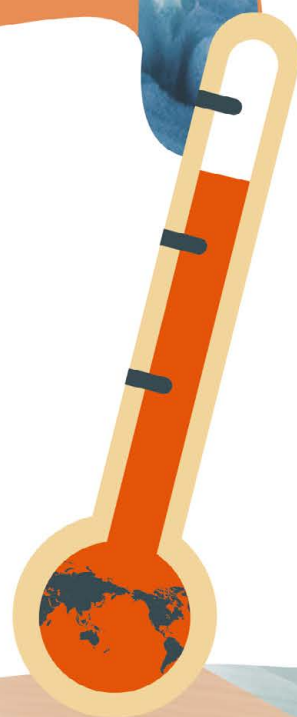


· 地理電子學習教材套 ·

氣候變化

2.0版



香港天文台
HONG KONG OBSERVATORY



優質教育基金
Quality Education Fund

I 序言

氣候教育在地化——由「1.0」應運而生的初心開始

回首 2017 年啟動編製《地理電子學習教材套：氣候變化》的時候，香港社會對氣候議題的認知仍處於探索階段，國際間對全球暖化等議題的真實性還存在著爭議，而對氣候變化相關的科學知識存在不足或誤解的資訊教材，在不同學科之中亦時有發現。作為教育工作者，我們深切體會到氣候議題教學面臨的雙重挑戰：既要確保科學嚴謹性，又要讓教學內容貼近學生生活，並不容易。編寫一套跳出教科書框框、能深入淺出、且兼顧科學權威性的教材，成為本中心同工們躍躍欲試的挑戰。在「香港天文台」提供專業指導和「優質教育基金」支持的背景下，本氣候教育項目應運而生，以「釐清氣候迷思、推動知行合一」為理念，結合書冊及網頁版教材資料套的出版、氣候變化電子流動應用程式及互動學習教材套的開發，為全港地理科的師生、或對議題有興趣的人士，提供教科書以外系統化的學習資源。

學至於行之而止——從「1.0」的認知到「2.0」的實踐

《地理電子學習教材套：氣候變化》項目於 2019 年首次推出獲得學界廣泛認可；然而，隨著極端天氣頻繁、IPCC 第六次評估報告敲響警鐘，我們意識到氣候議題教學必須與時並進。2023 年，本中心獲得「優質教育基金」的支持推出項目 2.0 版，在 1.0 版的基礎上進行優化，不僅是書冊內容的修訂、學與教資源的增添、以及電子學習技術的創新，更是教學重心的轉移：從「知識傳遞」邁向「行動引導」，期望學生能從氣候變化的「觀察者」，成長為解決方案的「實踐者」。

共建可持續未來——科教協作與傳承

氣候危機的解決沒有捷徑，而教育正是當中最重要基礎工程。在此，特別感謝所有支持本項目的同仁，希望這份教與學的資源能幫助大眾從「知」中培養科學素養，在「情」中建立環境倫理，並在「行」中實踐低碳生活，共同為可持續的未來努力。

郭志泰校長
薺色園主辦可觀自然教育中心暨天文館
二零二六年一月

II

前言

氣候變化是全球矚目的環境議題，對生態、社會及經濟產生深遠影響。作為沿海大都會城市的香港，正面臨氣溫上升、颱風加劇及海平面上升等嚴峻挑戰，亟需採取積極行動加入全球減緩氣候變化的行列，同時推動大眾認識及支持各類適應及應變措施以實現可持續發展的願景。

本書冊由「薈色園主辦可觀自然教育中心暨天文館」與「香港天文台」合作編製，旨在協助理理及相關學科的前線同工與學生，透過「香港天文台」及國際氣象組織的數據分析，配合具體事例，準確深入理解氣候變化這議題。

本書冊依據「教育局課程發展處」最新版《地理課程及評估指引（中四至中六）》中的「課題七：氣候變化——長期波動還是不可逆轉的趨勢？」編寫，涵蓋五個核心章節：

- 7.1 氣候正在轉變嗎？
- 7.2 全球暖化的成因是什麼？
- 7.3 香港的氣候變化又是怎樣呢？
- 7.4 氣候變化怎樣影響我們？
- 7.5 我們可以怎樣應對氣候變化帶來的影響？

書冊 2.0 版整合了「香港天文台」逾 140 年的氣象數據分析，以及 2023 年《政府間氣候變化專門委員會第六次評估報告》(IPCC AR6) 的最新研究成果，提供科學嚴謹且與香港本地高度相關的內容，予師生們作參考。這些資料不僅幫助學生掌握全球與本地氣候變化的核心知識，還促進對人類活動與自然環境相互作用的深入理解，激發學習熱忱並提升學與教的成效。

配合本書冊的修訂，《地理電子學習教材套：氣候變化》2.0 整體強調科學探究與實踐應用，因此，項目團隊還另外製作了一套《學與教研習素材》，通過如「香港天文台」的案例研究（城市熱島效應及颱風風險管理等），引導學生進行數據分析、實地考察及延伸探究，培養明辨性思維與科學素養。《研習素材》同時參考了 2016 年底正式生效的《巴黎協定》及香港《氣候行動藍圖 2050》等國際與本地的策略框架，鼓勵學生提出針對性的減緩與適應策略，將學習成果應用於課堂評估及現實問題解決的層面上。

書冊 2.0 版的成功編製得益於「香港天文台」的專業指導，特別感謝高級科學主任（氣候預報服務及氣候變化研究）李子祥博士及總學術主任（氣候預報服務及氣候變化研究）陳敏儀女士的寶貴貢獻。同時，我們衷心感謝「教育局課程發展處」的意見提供、先導學校前線同工和學生的積極參與，以及國際氣象組織及相關機構在資訊使用方面的支持，特此鳴謝。

《地理電子學習教材套：氣候變化》2.0 版——項目團隊
二零二六年一月

III

目錄



1. 氣候正在轉變嗎？

1. 天氣與氣候	2
2. 全球的氣候是怎樣的？	5
3. 中國和香港的氣候是怎樣的？	6
4. 氣候變化的科學證據	9



2. 全球暖化的成因是甚麼？

1. 影響地球溫度的因素	20
2. 全球暖化是自然變化還是人為引致？	29



3. 香港的氣候變化又是怎樣呢？

1. 香港的氣候變化	34
2. 城市發展的影響	37
3. 微氣候	41



4. 氣候變化怎樣影響我們？

1. 對自然的影響	46
2. 對人類的影響	50
3. 對香港的影響	56



5. 我們可以怎樣應對氣候變化帶來的影響？

1. 國際合作	60
2. 政府行動	64
3. 個人行為	71

IV

鳴謝

本教材套的圖片及資料引用承蒙以下單位及個人授權 / 按章則使用，特此致謝：

7.1 氣候正在轉變嗎？

1. 香港天文台

- 圖 1a 香港各區溫度（2025 年 5 月 7 日正午 12 時）
- 圖 1b 香港各區相對濕度（2025 年 5 月 7 日正午 12 時）
- 圖 1c 香港各區圖象（2025 年 5 月 7 日正午 12 時）
- 圖 2 荃灣可觀的天氣資料
- 圖 3 1991–2020 年天文台錄得日最高、平均及最低氣溫的月平均值
- 圖 4 1991–2020 年香港降雨量的月平均值
- 圖 6 影響香港的熱帶氣旋每月平均出現次數（1961–2020）
- 圖 7 1991–2020 年香港平均年雨量分佈
- 圖 8 1991–2020 年天文台錄得之雨量及降雨日數的月平均值

2. 世界氣象組織（WMO）

- 圖 9 全球表面平均溫度（1850–2024）相對於 1850–1900 年平均的變化
- 圖 22 全球平均海平面變化（季節循環已從數據中除去；陰影區域表示不確定性）

3. 政府間氣候變化專門委員會（IPCC）

- 圖 10 Changes in surface temperature ($^{\circ}\text{C}$ per decade) during 1900–1980 (upper diagram) and 1981–2020 (lower diagram)
Figure 2.11 in IPCC, 2021: Chapter 2. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Gulev, S.K., P.W. Thorne, J. Ahn, F.J. Dentener, C.M. Domingues, S. Gerland, D. Gong, D.S. Kaufman, H.C. Nnamchi, J. Quaas, J.A. Rivera, S. Sathyendranath, S.L. Smith, B. Trewin, K. von Schuckmann, and R.S. Vose, 2021: Changing State of the Climate System. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson–Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 287–422, doi: 10.1017/9781009157896.004 .]
- 圖 17 Cumulative Antarctic Ice Sheet (AIS) and Greenland Ice Sheet (GrIS) mass changes. The estimated uncertainties, very likely range, for the respective cumulative changes are shaded.
Figure 2.24 in IPCC, 2021: Chapter 2. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Gulev, S.K., P.W. Thorne, J. Ahn, F.J. Dentener, C.M. Domingues, S. Gerland, D. Gong, D.S. Kaufman, H.C. Nnamchi, J. Quaas, J.A. Rivera, S. Sathyendranath, S.L. Smith, B. Trewin, K. von Schuckmann, and R.S. Vose, 2021: Changing State of the Climate System. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson–Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 287–422, doi: 10.1017/9781009157896.004 .]
- 圖 19 Annual and decadal global glacier mass change from 1961 until 2018
Figure 2.23 in IPCC, 2021: Chapter 2. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Gulev, S.K., P.W. Thorne, J. Ahn, F.J. Dentener, C.M. Domingues, S. Gerland, D. Gong, D.S. Kaufman, H.C. Nnamchi, J. Quaas, J.A. Rivera, S. Sathyendranath, S.L. Smith, B. Trewin, K. von Schuckmann, and R.S. Vose, 2021: Changing State of the Climate System. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson–Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 287–422, doi: 10.1017/9781009157896.004 .]

圖 21 Changes in global mean sea level

Figure 2.28 Panel (b) and (c) in IPCC, 2021: Chapter 2. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Gulev, S.K., P.W. Thorne, J. Ahn, F.J. Dentener, C.M. Domingues, S. Gerland, D. Gong, D.S. Kaufman, H.C. Nnamchi, J. Quaas, J.A. Rivera, S. Sathyendranath, S.L. Smith, B. Trewin, K. von Schuckmann, and R.S. Vose, 2021: Changing State of the Climate System. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 287–422, doi: 10.1017/9781009157896.004 .]

圖 23 人類導致全球各地極端高溫天氣和強降水變化的綜合評估

Figure SPM.3 Panel (a) and (b) in IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3 – 32, doi: 10.1017/9781009157896.001 .]

4. 歐盟哥伯尼歐洲地球觀測計劃

圖 11 60°S – 60°N 區域的年平均海面溫度距平〔相對於 1991–2020 參考期間的平均值〕

5. 美國國家海洋及大氣管理局 (NOAA)

圖 12 全球海洋含熱量 (海面以下 0–700 米)

6. Acaro

圖 13 南極海冰 (攝於 2007 年)

7. 美國國家冰雪數據中心 (NSIDC)

圖 14 七月至九月北極海冰覆蓋範圍 (1979 至 2024 年)

圖 15 南北極及全球海冰範圍 (1979 至 2024 年)

8. 羅格斯大學 (Rutgers University)

圖 16 北半球春季雪蓋的變化

9. 美國國家航空暨太空總署 (NASA)

圖 18 2002 年以來南極洲和格陵蘭冰原的質量變化

10. James Balog and the Extreme Ice Survey

圖 20 阿拉斯加哥倫比亞冰川 (左為 2009 年, 右為 2015 年)

7.2 全球暖化的成因是甚麼？

1. 美國國家航空暨太空總署 (NASA)

圖 2 總太陽輻射與全球平均溫度的變化

2. 美國國家冰雪數據中心 (NSIDC)

圖 4 不同地表的反射率

3. 香港天文台

圖 5a 全球平均溫度變化 (1991 至 1996 年間)

圖 6 溫室效應

4. U. S. Geological Survey Photograph taken by Richard P. Hoblitt

圖 5b 菲律賓皮納圖博火山爆發

5. 政府間氣候變化專門委員會 (IPCC)

圖 7 The atmospheric concentration of carbon dioxide

Figure 5.4 in IPCC, 2021: Chapter 5. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Canadell, J.G., P.M.S. Monteiro, M.H. Costa, L. Cotrim da Cunha, P.M. Cox, A.V. Eliseev, S. Henson, M. Ishii, S. Jaccard, C. Koven, A. Lohila, P.K. Patra, S. Piao, J. Rogelj, S. Syampungani, S. Zaehle, and K. Zickfeld, 2021: Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 673–816, doi: 10.1017/9781009157896.007.]

圖 9 現時全球能量收支情況

Figure 7.2 in IPCC, 2021: Chapter 7. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Forster, P., T. Storelvmo, K. Armour, W. Collins, J.-L. Dufresne, D. Frame, D.J. Lunt, T. Mauritsen, M.D. Palmer, M. Watanabe, M. Wild, and H. Zhang, 2021: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 923–1054, doi: 10.1017/9781009157896.009.]

圖 10 相對於 1850–1900 年的全球表面溫度變化

Figure SPM.1 Panel (b) in IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3 – 32, doi: 10.1017/9781009157896.001.]

圖 11 各因子對觀測到的 2010–2019 年相對於 1850–1900 年增暖的貢獻的評估

Figure SPM.2 in IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3 – 32, doi: 10.1017/9781009157896.001.]

6. 世界氣象組織溫室氣體公報

圖 8 大氣中二氧化碳、甲烷和氧化亞氮濃度趨勢

7. Skeptical Science

圖 12 氣候學家對人為引致全球變暖的共識

7.3 香港的氣候變化又是怎樣呢？

1. 香港天文台

圖 1 香港天文台總部的年平均溫度 (1885 – 2024)

圖 2a 香港每年熱夜數目及酷熱日數的變化 (1884–2024)

圖 2b 香港每年寒冷日數的變化 (1884–2024)

圖 3 香港天文台總部記錄的最高一小時降雨量前 20 名

圖 4 維多利亞港年平均海平面高度 (1954 – 2024)

圖 6 香港市區和郊區在 2021 年 1 月 13 日的最低溫度

圖 7 京士柏和橫瀾島年平均風速 (1968–2024)

圖 8 天文台總部錄得的年平均雲量 (1961–2024)

圖 9 在京士柏錄得的年平均日太陽總輻射量 (1968–2024)

圖 10 香港天文台與打鼓嶺相對濕度平均日際變化 (1989–2024)

圖 12 城市熱島廓線簡圖〔上〕；環境因素及人為活動對微氣候的影響〔下〕

圖 13 建築物的物料和密度對城市氣溫日際變化的影響

圖 14 香港天文台「香港及珠江三角洲區域自動分區天氣預報」網頁 2022 年 7 月 28 日 11 時的截圖 (左)，顯示天文台總部氣象觀測坪、旺角和天星碼頭 (尖沙咀) 的城市氣象監測站 (右) 錄得的氣溫。

圖 15 各站點在 2022 年 7 月 9 至 31 日的每小時平均氣溫時間序列

7.4 氣候變化怎樣影響我們？

1. 美國國家海洋和大氣管理局（NOAA）

- 圖 1 美國龍蝦分佈的改變
- 圖 12 2025 年 1 月 9 日 NOAA 衛星拍攝的南加州野火影像
- 圖 13 颶風伊恩災後破壞評估之航空影像（2022 年 9 月 29 日）

2. Charles Koven, Lawrence Berkeley National Lab

- 圖 2 氣候模式推算北美大草原氣候遷移的區域

3. 華盛頓大學（The University of Washington）

- 圖 3 推算北美物種遷移的方向

4. 陳錦江

- 圖 4 棲息於香港高山河溪的棘胸蛙
- 圖 6 春季過境香港繁殖的家燕

5. 黃志俊

- 圖 5 蟲媒授粉
- 圖 10 珊瑚白化

6. Pixabay

- 圖 7 成年北極熊與幼崽

7. Jerzy Strzelecki

- 圖 8 南極洲阿德利企鵝

8. Ian Bell © Queensland Government

- 圖 9 布蘭堡礁裸尾鼠

9. 郭志泰

- 圖 11 濕地生境

10. 美國國家冰雪數據中心（NSIDC）

- 圖 15a 1904 年的阿拉帕霍冰川
- 圖 15b 2021 年的阿拉帕霍冰川

11. 香港政府「全民國家安全教育日」

- 圖 16 總體國家安全觀

12. 香港天文台

- 圖 17 香港的未來氣候

13. 商台新聞

- 圖 18 2023 年 9 月 8 日黃大仙地區的情況

14. 可觀自然教育中心暨天文館

- 圖 19 溫度上升影響香港瘰螈的繁殖

7.5 我們可以怎樣應對氣候變化帶來的影響？

1. American Public Power Association

圖 3 水力發電堤壩

2. Pekachu

圖 4 日本的海岸保護措施

3. Kleon3

圖 5 英國泰晤士河水閘及其運作原理

4. Infrogmation

圖 6 防洪房屋

5. Michael Slaten

圖 7 美國休斯頓面對極端降雨及風暴潮引致的海水淹浸問題

6. 碳中和及可持續發展，香港特區政府（環境及生態局）

圖 8 香港溫室氣體排放趨勢和碳排放源

7. Dr. T.C. Lee

圖 9 大坑東蓄洪池能減輕暴雨期間其下游雨水排放系統的負擔

8. 香港天文台

圖 11 天文台天氣雷達 24 小時全天候為市民提供監測暴雨及熱帶氣旋等惡劣天氣

圖 12 天文台透過開放日等公眾教育活動加深大眾對氣候變化的了解

9. Canva Education

圖 13 在太陽下晾乾衣物，既可省電，又可殺菌

圖 14 自備食物盒

本中心已竭盡所能追溯版權資訊。如有不慎侵犯任何版權，敬請合法版權持有者與本中心聯繫，以便妥善處理。

本中心在本資源冊中提供之第三方網站連結，僅為參考用途，旨在方便使用者獲取相關資訊。本中心對該等網站之內容不承擔任何責任。使用者請自行評估並承擔使用該等連結之風險。

7.1 氣候正在轉變嗎？

在了解氣候變化之前，我們須要認清天氣與氣候的分別。天氣是描述短時間內的大氣狀況，而氣候則描述長時間的平均氣象狀況。

天氣和氣候因地而異，在簡單了解全球氣候之後，本節會簡介中國和香港的氣候。我們會審視科學數據，了解全球表面溫度上升、海洋熱含量上升、海冰減少、陸地上的冰川和冰原[#]萎縮、海平面上升等情況，明白氣候變化正在發生。

1 天氣與氣候

2 全球的氣候是怎樣的？

3 中國和香港的氣候是怎樣的？

4 氣候變化的科學證據

[#] 政府間氣候變化專門委員會（IPCC）的官方翻譯為冰蓋（ice sheet）

1

天氣與氣候

天氣描述一個地區短時間內（例如：數小時、數天）的大氣狀況；氣候描述一個地區長期的平均氣象狀況，所以氣候可理解為「平均的天氣」。世界氣象組織 (WMO) 使用 30 年的平均值來計算氣候參數。



相關資料



甚麼是氣候？



何謂氣候平均值



1.1 天氣示例

氣溫 (2025/05/07 12:00 更新)

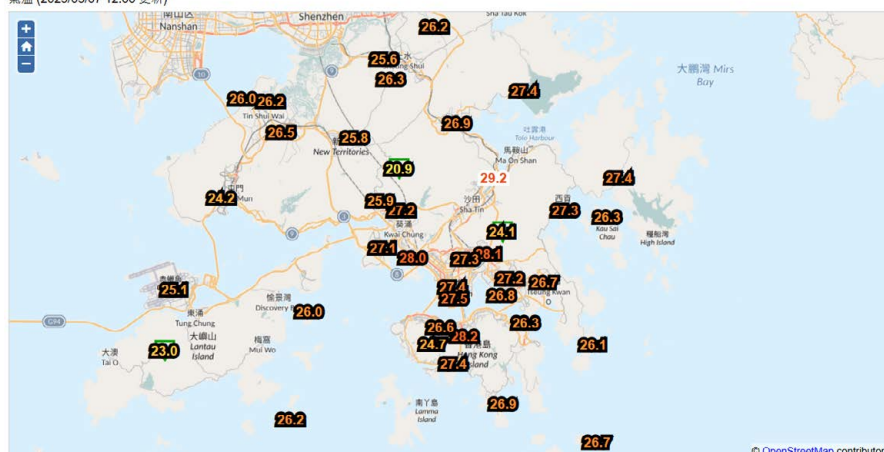


圖 1a 香港各區溫度 (2025 年 5 月 7 日正午 12 時)

來源：香港天文台

相對濕度 (2025/05/07 12:00 更新)

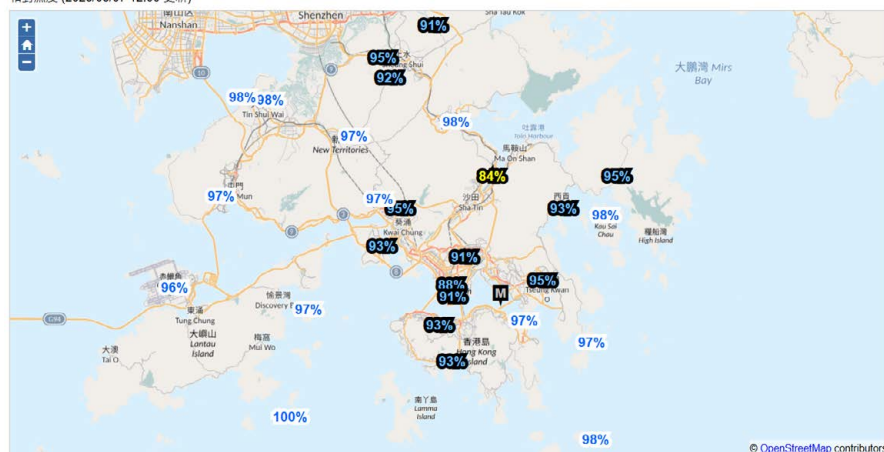
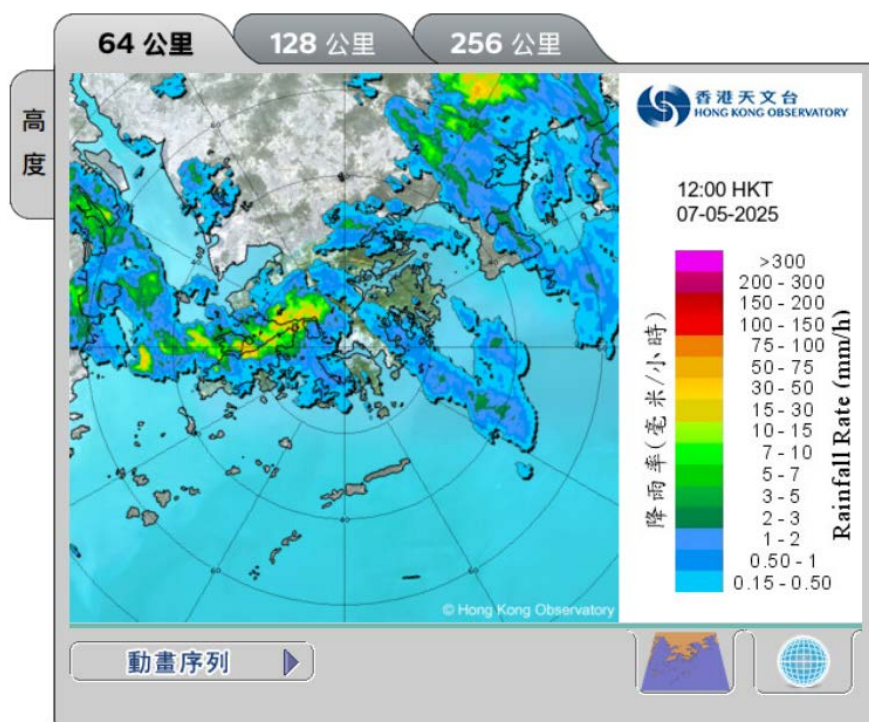


圖 1b 香港各區相對濕度 (2025 年 5 月 7 日正午 12 時)

來源：香港天文台

甚麼是大氣狀況？

大氣狀況包括溫度、相對濕度、降水、氣壓、風向、風速等等的氣象要素。



相關資料



香港分區天氣
〔地理信息系統平台〕

圖 1c 香港各區溫度 (2025 年 5 月 7 日正午 12 時)
來源：香港天文台

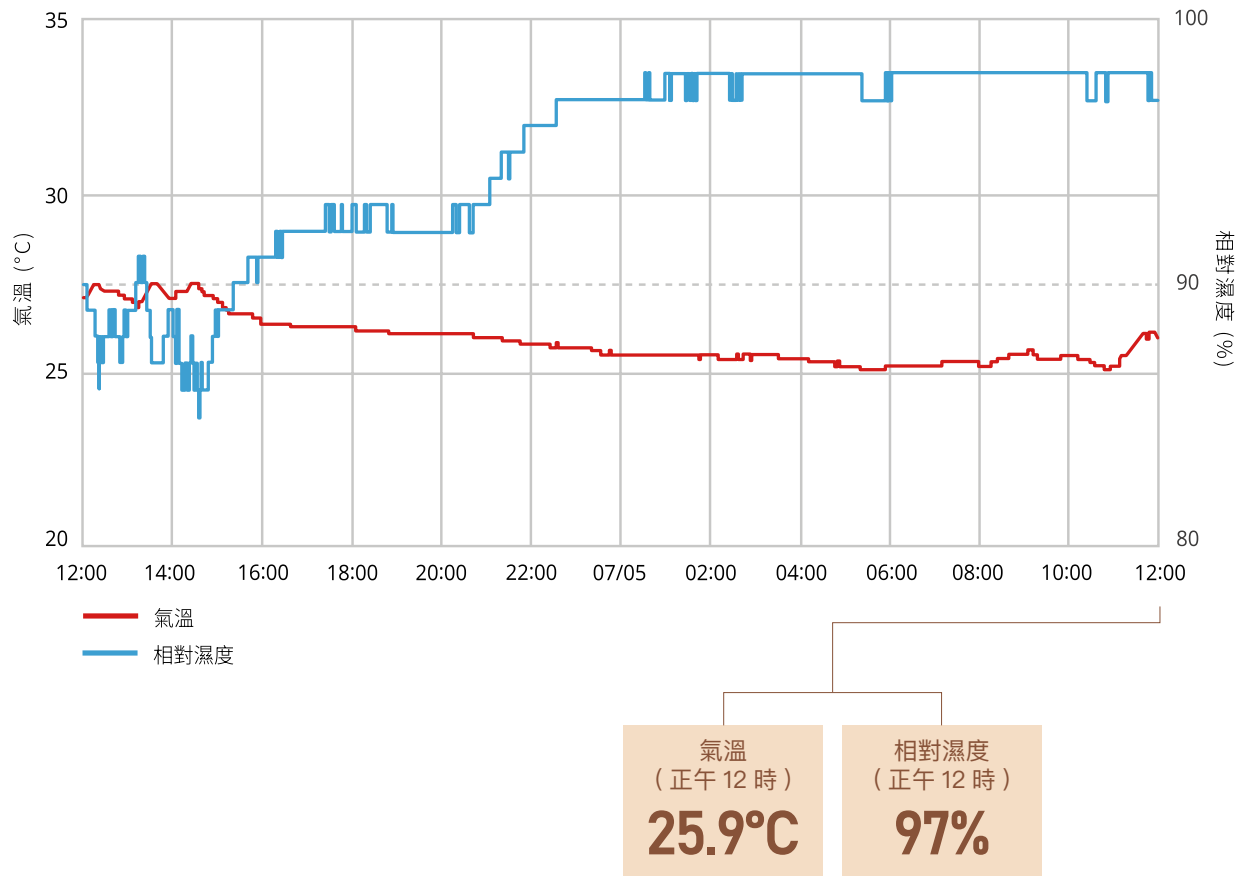


圖 2 荃灣可觀的天氣資料 (2025 年 5 月 7 日)
來源：香港天文台



1.2 氣候示例

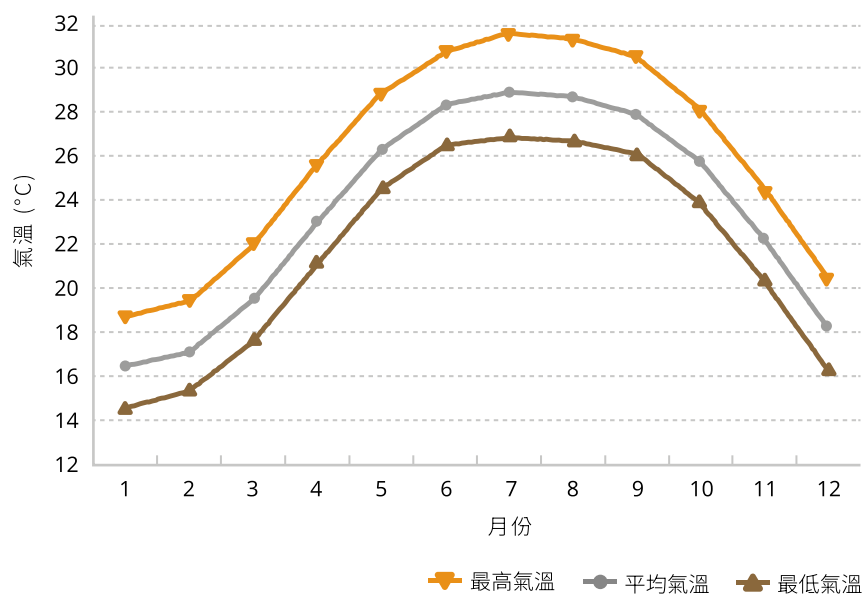


圖 3 1991–2020 年天文台錄得日最高、平均及最低氣溫的月平均值
來源：香港天文台

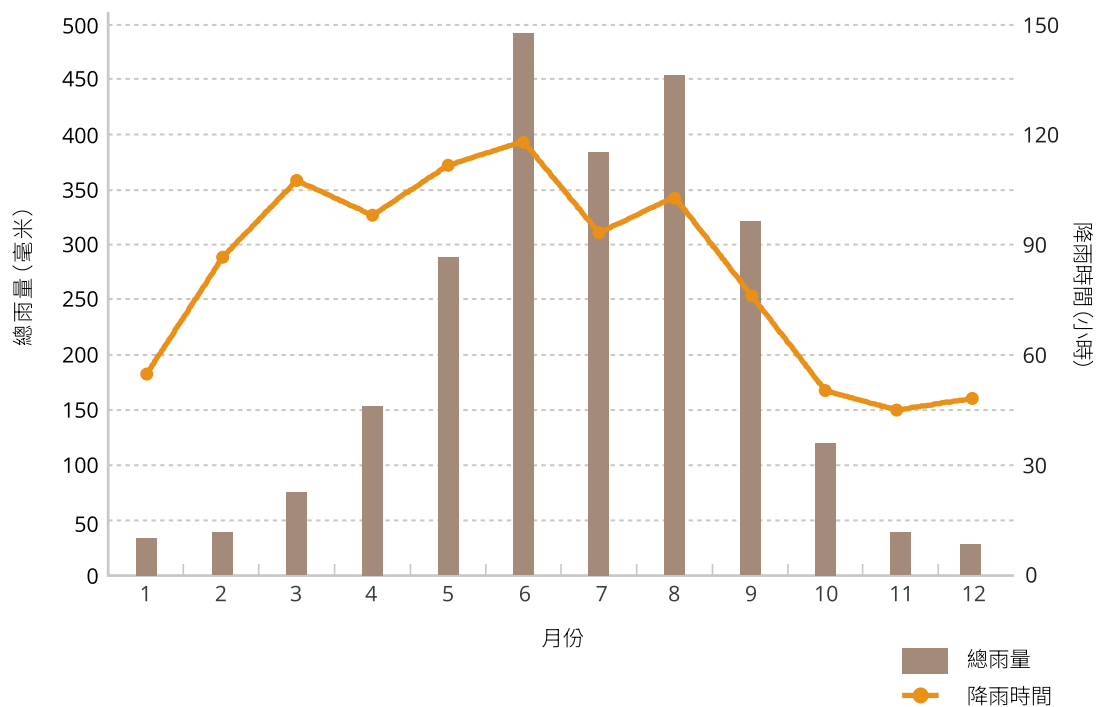


圖 4 1991–2020 年香港降雨量的月平均值
來源：香港天文台



相關資料



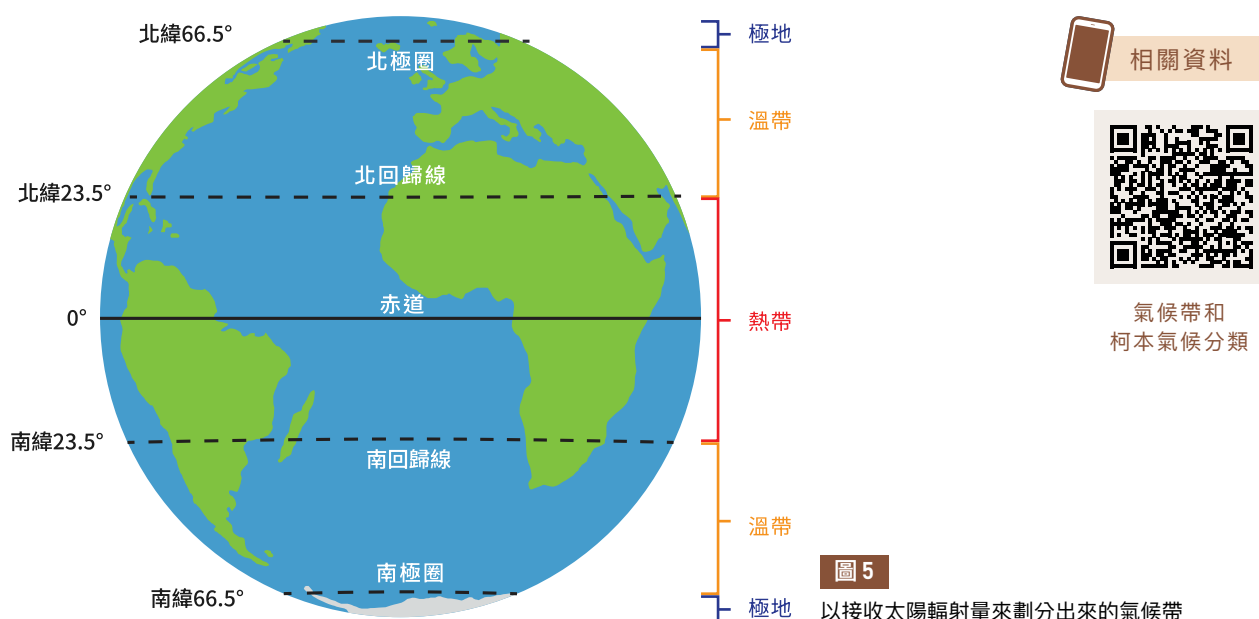
氣候 ABC



香港天文台氣候資料

2

全球的氣候是怎樣的？



影響地區氣候的重要因素之一是從太陽接收到的能量，亦即是日射。因此，其中一個氣候分類方法是以北極圈、北回歸線、南回歸線和南極圈區間出來的區域為基礎，把北回歸線和南回歸線之間的地區劃為熱帶，介乎北（南）極圈和北（南）回歸線之間的地區劃為溫帶，而北（南）極圈以北（南）的地區劃為極地。在這三個氣候帶中，熱帶接收到的日射最多，而極地接收到的日射則最少。（圖 5）

其他的氣候分類方法可以考慮溫度、降水、降水時間、植物種類等等的參數，然後把這些參數特徵相近的地區劃入同一個氣候帶。例如，柯本氣候分類就是參考植被生長、溫度及降水，把地球分為五個主要氣候帶。

除了緯度外，其他影響地區氣候的因素還有海拔高度、地形、離海洋距離、洋流、盛行風向等等。

海拔高度	隨著海拔升高，氣溫和氣壓會下降。概略來說，每升高 1,000 米氣溫下降約 6.5° C。
地形	在迎向盛行風的山坡，風勢較強，空氣受地形阻擋而抬升並冷卻，降水會較多。在背風那面的山坡，風勢較弱，空氣下沉而變暖變乾，形成焚風及雨影效應，降水會較少。
離海洋距離	水體調節氣溫，鄰近海洋地區氣溫變化較少，海、陸風效應亦較強。
洋流	暖流（如墨西哥灣流）為途經沿岸地區帶來較溫暖和較濕的氣候；寒流（如加利福尼亞寒流）則降低沿岸氣溫，大氣穩定性提升，不利降水。
盛行風向	從海洋吹來的氣流會較為濕潤，有利降水。從內陸吹來的氣流，一般則較乾燥。

3

中國和香港的氣候是怎樣的？



3.1 中國的氣候

就氣候類型而言，我國主要的氣候類型有五種：溫帶季風氣候；溫帶大陸性氣候；亞熱帶季風氣候；熱帶季風氣候；和高原山地氣候（可參閱教育局製作的「我國的氣候與生活」擴增實境地圖〔電子版〕）。

3.1.1 溫帶季風氣候

特徵：夏季高溫多雨，冬季寒冷乾燥，四季分明

主要分佈：主要位於我國東部秦嶺—淮河一線以北以及溫帶半乾旱區和乾旱區以東的地域

3.1.2 溫帶大陸性氣候

特徵：乾旱少雨，氣候呈極端大陸性，氣溫年、日差為各氣候類型之最

主要分佈：大興安嶺—陰山—賀蘭山—祁連山—巴顏喀拉山—線以西和崑崙山—阿爾金山—祁連山—橫斷山—線以北的區域

3.1.3 亞熱帶季風氣候

特徵：冬季溫暖，夏季炎熱，四季分明。年降水量一般在 1,000–1,500 毫米，夏季較多，但無明顯旱季

主要分佈：我國東部秦嶺—淮河一線以南、熱帶季風氣候型以北的地區

3.1.4 熱帶季風氣候

特徵：全年高溫，長夏無冬。乾濕季明顯，全年可分為三個季節：旱季、雨季、熱季，冬季降水較稀少

主要分佈：位於熱帶緯度 10°至 20°的大陸東岸地區，主要分佈在雷州半島、海南島、南中國海和台灣島南部

3.1.5 高原山地氣候

特徵：冬季乾冷漫長，大風多；夏季溫涼多雨，冰雹多；四季不明。日照多，氣溫隨高度和緯度的升高而降低；乾濕分明，多夜雨

主要分佈：青藏高原

我國的降水季節特徵是南方雨季開始早，結束晚，雨季長並集中在 5–10 月；北方雨季開始晚，結束早，雨季短且集中在 7–8 月。大部分地區均是夏秋多雨，冬春少雨，全國只有台灣東北部是唯一以冬雨為主的地區（冬雨型），該區的冬季降水量佔年總量約 35%。我國降水的主來源是太平洋的東南季風和印度洋的西南季風所輸送的水汽。各地區的年降水量差別很大，大致情況是：沿海多於內陸，南方多於北方，山區多於平原；而山地中暖濕空氣的差異，大致為迎風坡多於背風坡。



相關資料



我國氣候的主要特徵是什麼？



中國地理簡報系列 (3)
我國的氣候



我國的氣候與生活

甚麼是季候風？

季候風是一種季節性風系，為地區帶來顯著的雨季或旱季，主要由海洋和陸地的溫度差異引起，影響熱帶和亞熱帶地區。

相關資料



甚麼是季風？



3.2 香港的氣候

香港位於亞熱帶，差不多有半年時間氣候極為溫和。許多人認為十一月和十二月的天氣最好，風和日麗，氣溫適中。一月和二月則雲量較多，間中有冷鋒過境，帶來乾燥的北風；市區氣溫有時會降至 10°C 以下。新界和高地的氣溫，有時亦會降至 0°C 以下，並有結霜現象。

三月和四月較和暖，但間中極為潮濕；霧和毛毛雨使能見度降低，有時更令到航空和渡輪服務中斷。

五月至八月的天氣炎熱潮濕，間中有驟雨和雷暴，在上午尤為常見，下午氣溫經常升逾 31°C，晚上則保持在 26°C 左右。七月通常會有一段維持約一至兩星期、有時甚至更長的晴朗天氣。

五月至十一月期間本港都有可能受不同強度的熱帶氣旋吹襲；而七月至九月是最有可能受熱帶氣旋影響的月份。（圖 6）

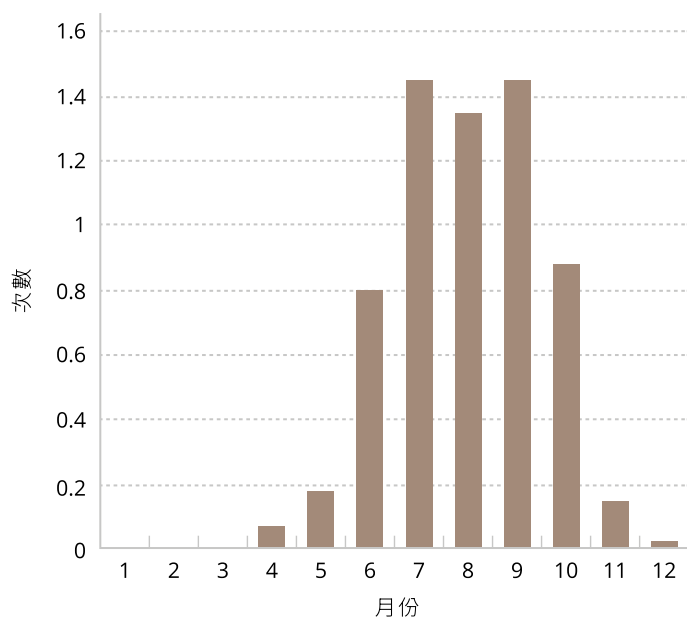


圖 6 影響香港的熱帶氣旋每月平均出現次數（1961–2020）
來源：香港天文台

在北太平洋西部、東海及南海，每年平均有 30 個熱帶氣旋形成，其中約半數達到颱風強度，最高風速為每小時 118 公里或以上。當熱帶氣旋集結在本港東南約 700 至 1,000 公里時，本港天氣通常晴朗酷熱，但黃昏時卻可能有局部地區性雷暴。若熱帶氣旋中心移近本港，風力便會增強，廣泛地區可能會有大雨。熱帶氣旋帶來的大雨可能持續數日，引致山泥傾瀉和水浸，造成的災害有時比烈風的破壞還甚。

本港各區的每年平均雨量差別頗大，東平洲約為 1,400 毫米，而大帽山附近則超過 3,000 毫米。(圖 7)大約 80% 的雨量是在五月至九月錄得。六月和八月通常是最多雨量的月份，而一月和十二月雨量最少。(圖 8)

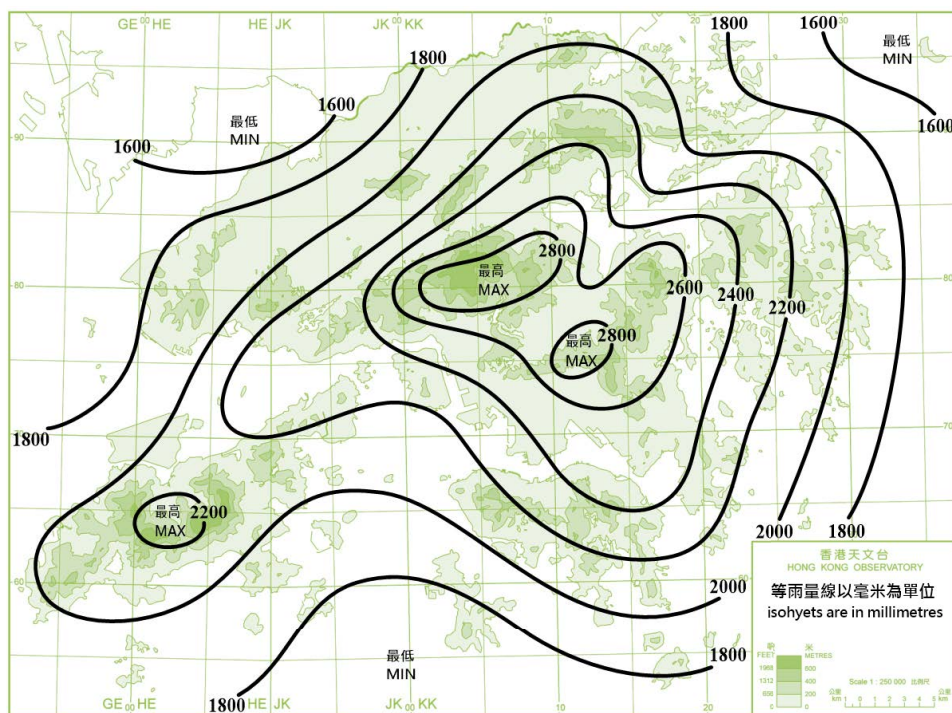


圖 7 1991–2020 年香港平均年雨量分佈
來源：香港天文台

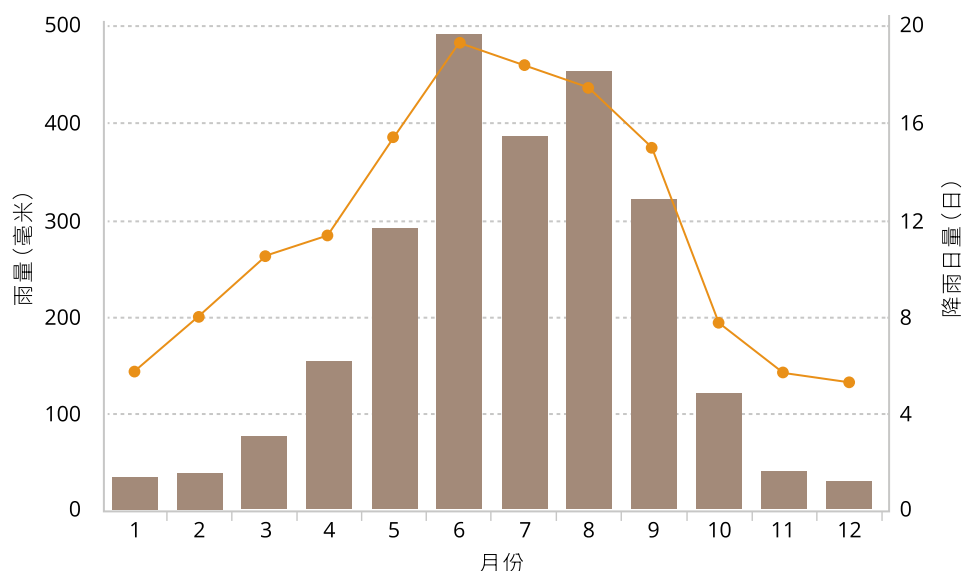


圖 8 1991–2020 年天文台錄得之雨量及降雨日數的月平均值
來源：香港天文台

影響香港的惡劣天氣包括熱帶氣旋、強烈冬季及夏季季候風、季風槽及經常在四月至九月發生的狂風雷暴。水龍捲和冰雹偶有出現，降雪和陸龍捲則屬罕見。



相關資料



香港的氣候



每月天氣摘要



天氣現象統計資料

4

氣候變化的科學證據

大量研究顯示氣候變化正在加速的科學證據是壓倒性的，氣候學家的科學共識是清晰明確。以下介紹一些氣候變化的科學證據。



相關資料



4.1 全球表面溫度上升

多個氣象機構及研究中心的全球溫度數據分析均顯示同一結論，即全球表面平均溫度在過去百多年有顯著的長期上升趨勢。2025 年 1 月，世界氣象組織 (WMO) 根據六個國際資料集確認，全球表面平均溫度在 2024 年約比工業化前水平高出 1.55°C ，2024 年更是有記錄以來最熱的一年，而過去十年 (2015–2024) 的溫度都在前十名之列，顯示近年來全球加速暖化。(圖 9)



氣候變化的重要指標——
全球溫度

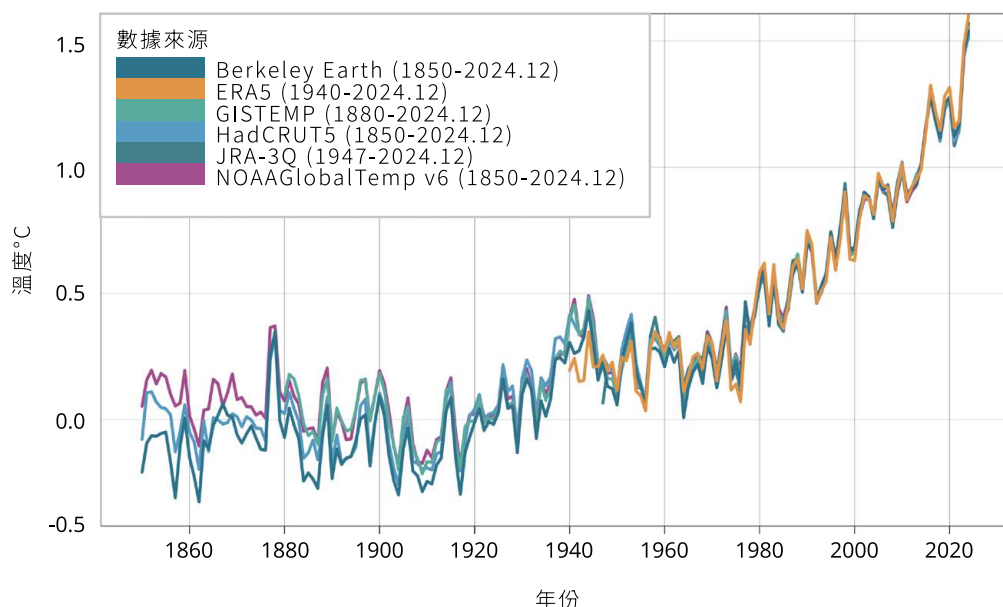


圖 9 全球表面平均溫度 (1850–2024) 相對於 1850–1900 年平均的變化
來源：世界氣象組織

同時，政府間氣候變化專門委員會 (IPCC)《第六次評估報告》亦確認，全球氣候變暖在過去四十年間 (1981–2020) 顯著加劇，特別是與二十世紀首八十年 (1900–1980) 相比，變暖的範圍和強度都大大增加；而七十年代以後氣溫上升的速度，卻並非所有地區相同。(圖 10)

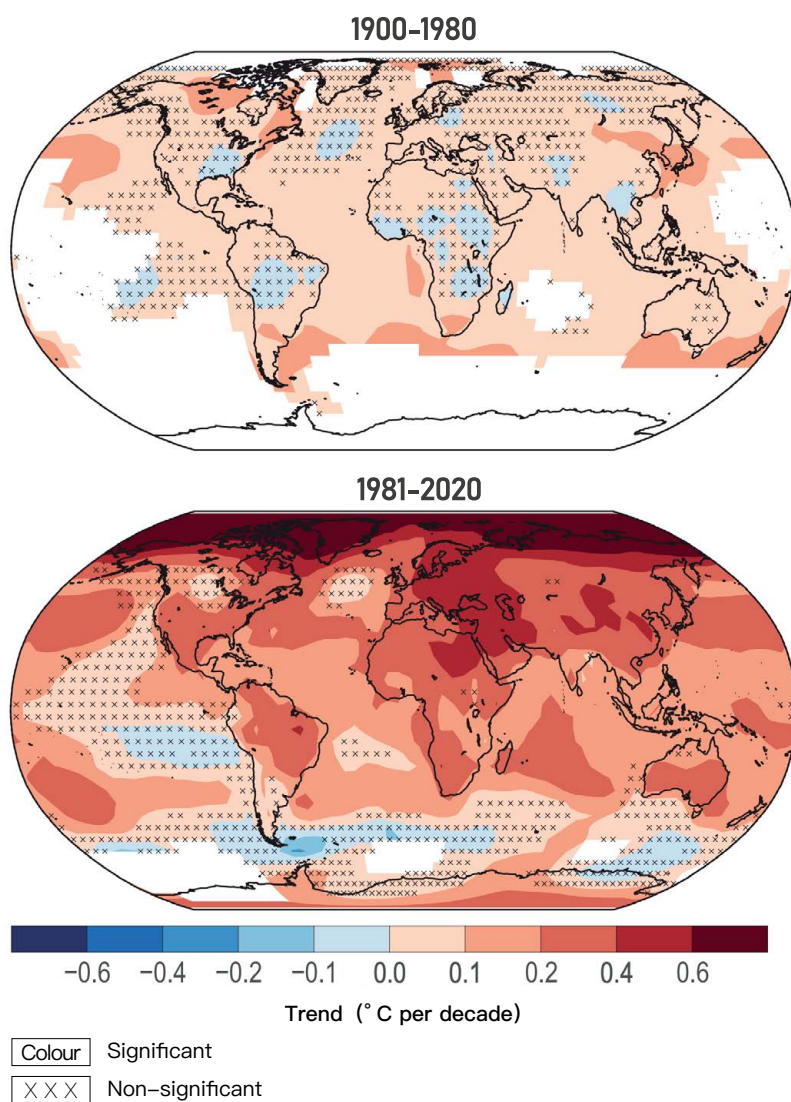


圖 10 Changes in surface temperature (°C per decade) during 1900–1980 (upper diagram) and 1981–2020 (lower diagram)
來源：IPCC《第六次評估報告》

語文小助手 (圖 10)

原文：

Changes in surface temperature (°C per decade) during 1900–1980 (upper diagram) and 1981–2020 (lower diagram)

Trend (°C per decade)

Colour : Significant

XXX : Non-significant

中譯：

1900–1980 年 (上圖) 及 1981–2020 年 (下圖) 的溫度趨勢 (°C / 10 年)

趨勢 (°C / 10 年)

顏色部分 : 氣溫有顯著趨勢

XXX : 氣溫沒有顯著趨勢

相關資料



最新全球氣溫

在全球氣候變暖的背景下，為甚麼在某些地區間中仍出現暴風雪和嚴寒天氣？

在某地某時出現的寒冷天氣事件只是天氣，並不是氣候。全球氣候變暖是指在自然的氣候變率下，自二十世紀因人類活動造成的長期全球表面平均溫度上升情況。暴風雪和嚴寒天氣是自然氣候變率的一部分，並不會因全球氣候變暖而不再發生。不過，全球氣候變暖在過去數十年間減低了嚴寒天氣出現的頻率。如果全球升溫持續，嚴寒天氣出現的頻率會繼續減少。

相關資料



年年有風雪，
何來變暖？



4.2 海水表面溫度、海洋熱含量上升

海洋佔地球表面面積約七成，而且儲存熱量的能力遠勝於陸地。圖 11 及圖 12 清楚顯示海水表面溫度和海洋熱含量也有長期上升趨勢。

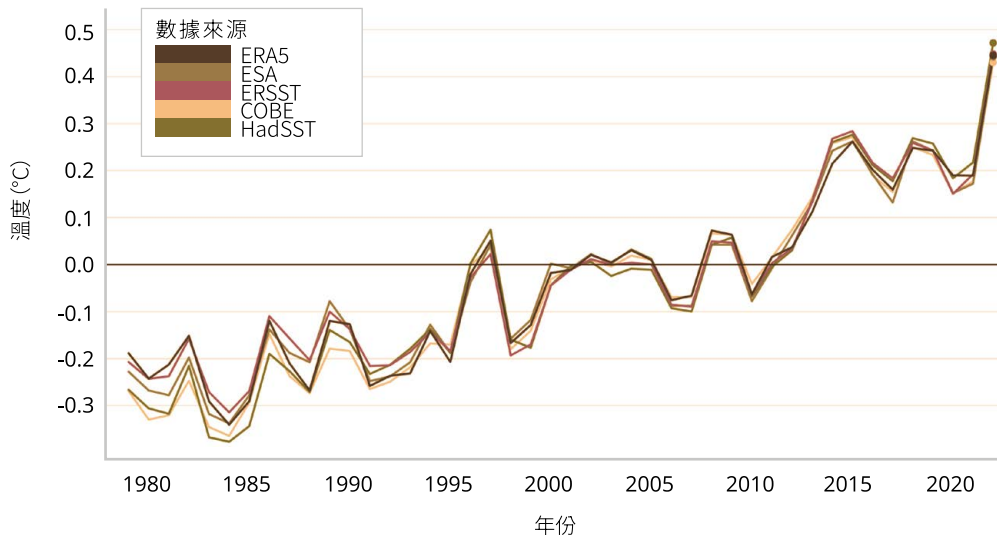


圖 11 60°S — 60°N 區域的年平均海面溫度距平（相對於 1991—2020 參考期間的平均值）
來源：歐盟哥伯尼歐洲地球觀測計劃

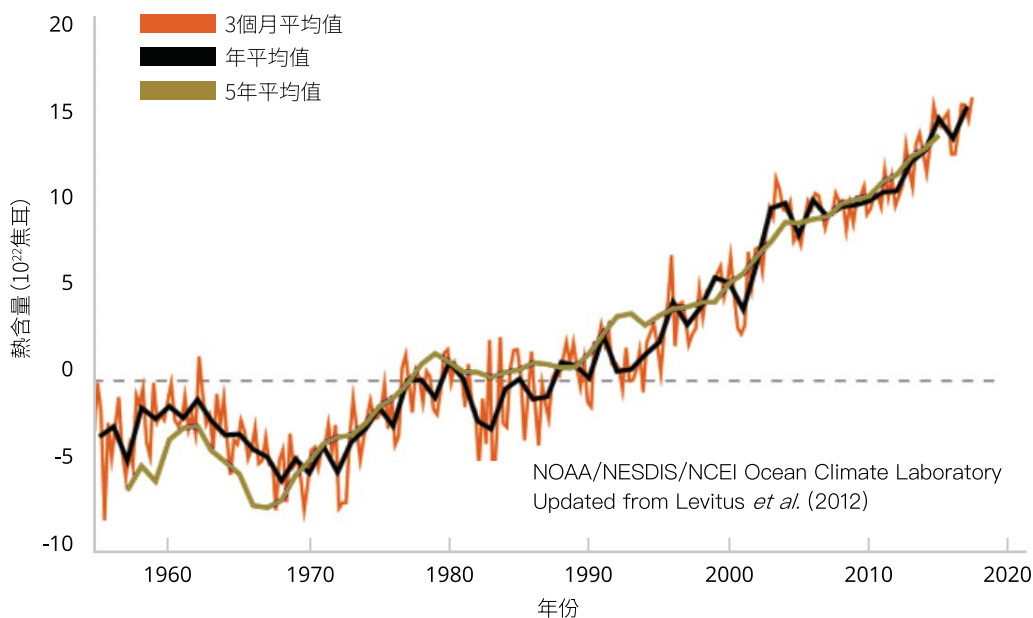


圖 12 全球海洋含熱量（海面以下 0—700 米）
來源：美國國家海洋及大氣管理局



相關資料



氣候變化：
海洋熱含量



最新海洋熱含量



海洋熱含量作為
熱帶氣旋的「燃料」



4.3 海冰減少

北極海冰在不同月份均呈現減少趨勢，夏季的情況最為嚴重。有研究指出，北極夏末海冰面積比過往1,000年的任何時候都要小。全球海冰範圍整體呈下降趨勢。近年來，南極海冰範圍波動顯著，並在2023年2月創下有衛星觀測以來的最低紀錄（截至2025年7月）。（圖13,14,15）



圖13 南極海冰（攝於2007年）
來源：Acaro

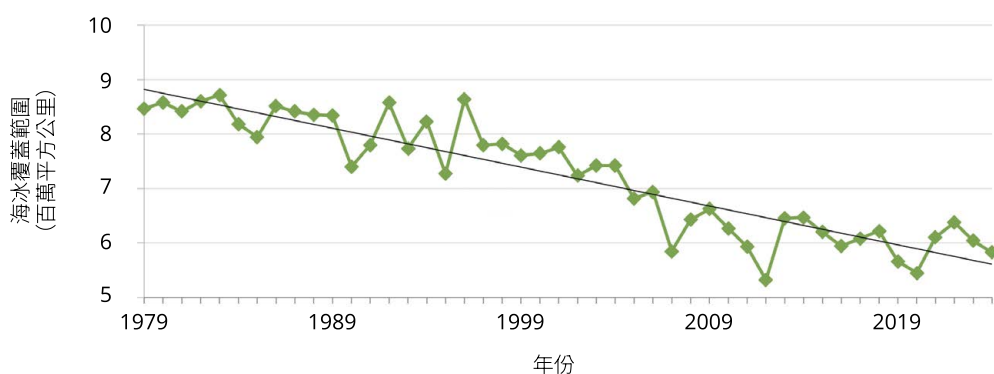


圖14 七月至九月北極海冰覆蓋範圍（1979至2024年）
數據來源：美國國家冰雪數據中心

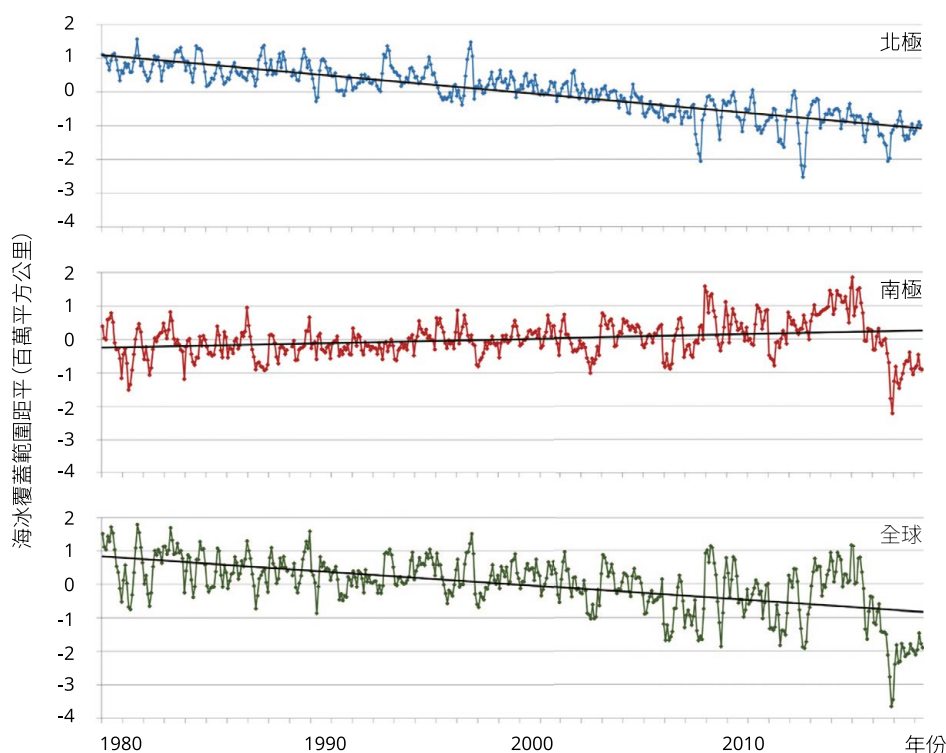


圖15 南北極及全球海冰範圍（1979至2024年）
數據來源：美國國家冰雪數據中心

相關資料



美國國家冰雪數據中心
互動海冰圖



北極海冰變化



南極海冰變化



4.4 北半球雪蓋範圍減少

北半球春天的雪蓋範圍自 1978 年以來一直在減少，這個趨勢始於 1950 年的可信度甚高。(圖 16)

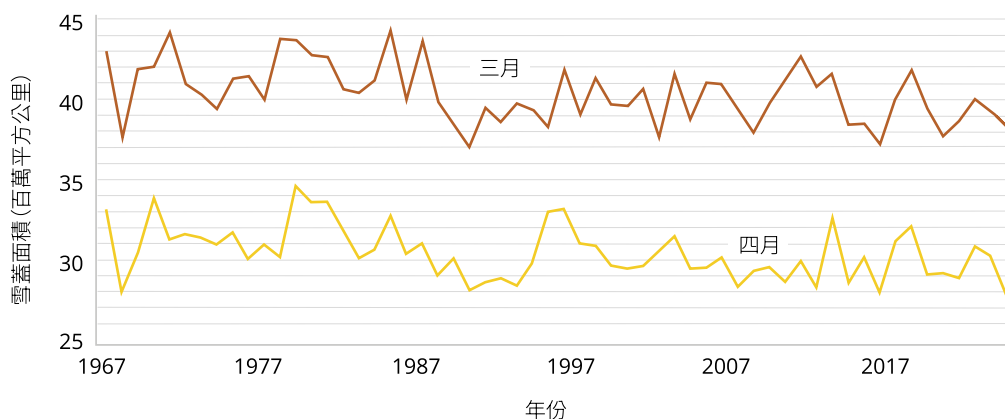


圖 16 北半球春季雪蓋的變化
數據來源：羅格斯大學



相關資料



南極洲及格陵蘭冰原質量變化最新情況



美國太空總署研究發現前所未有的南極冰層損失



4.5 冰原質量流失

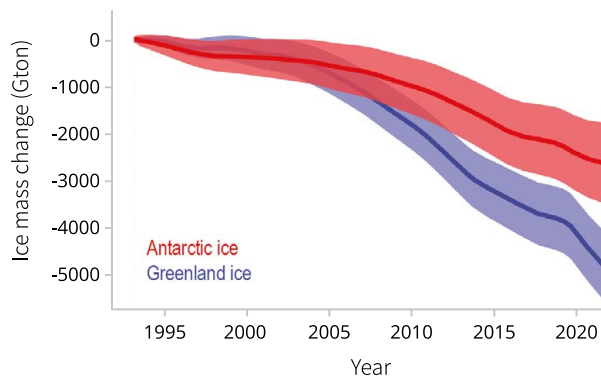


圖 17 Cumulative Antarctic Ice Sheet (AIS) and Greenland Ice Sheet (GrIS) mass changes. The estimated uncertainties, very likely range, for the respective cumulative changes are shaded.
來源：IPCC《第六次評估報告》

冰原是指一大片 50,000 平方公里以上連續冰雪覆蓋的陸地。目前全球僅有南極洲與格陵蘭冰原。

科學家透過不同方法來評估南極洲和格陵蘭的冰原的質量變化，其中包括衛星測量地球引力的變化，利用衛星高度計監測冰原表面高度的改變，比較冰原質量的輸入與輸出。

在 1992 至 2020 年期間，南極洲冰原流失了約 26,700 億噸的質量，而格陵蘭冰原則流失了約 48,900 億噸的質量。2010–2019 年兩地的冰原流失率是 1992–1999 年的四倍多。(圖 17,18)

語文小助手(圖 17)

原文：

Cumulative Antarctic Ice Sheet (AIS) and Greenland Ice Sheet (GrIS) mass changes. The estimated uncertainties, very likely range, for the respective cumulative changes are shaded.

Greenland ice
Antarctic ice
Ice mass change (Gton)

中譯：

南極洲和格陵蘭冰原的累積質量變化，彩色陰影顯示非常可能範圍

格陵蘭冰層
南極冰層
冰原質量變化(十億噸)

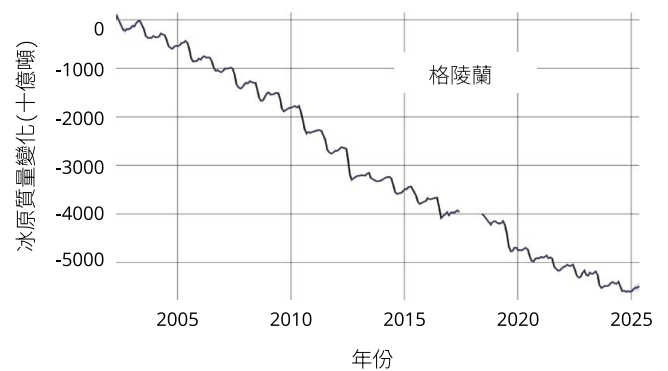


圖 18 2002 年以來南極洲冰原和格陵蘭冰原的質量變化

來源：美國國家航空航天局



4.6 冰川萎縮

1993 至 2019 年，冰川損失了 62,000 億噸的質量。自 1950 年代以來，全球冰川的後退情況是過去 2,000 年來前所未見的。（圖 19,20）

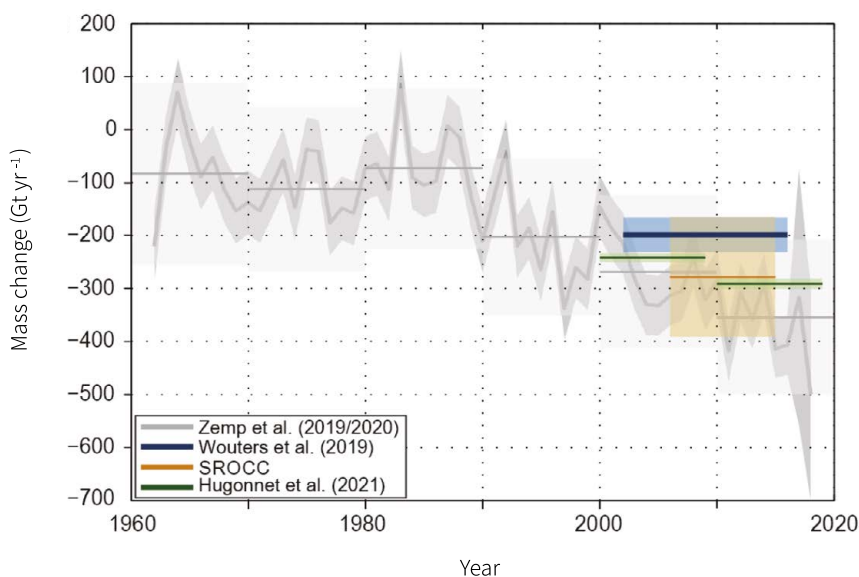


圖 19 Annual and decadal global glacier mass change from 1961 until 2018

來源：IPCC《第六次評估報告》



相關資料



冰川質量平衡最新情況



Chasing Ice
在格陵蘭攝錄得
大規模冰川崩裂

語文小助手 (圖 19)

原文：

Annual and decadal global glacier mass change from 1961 until 2018

Year

Mass change (Gt yr⁻¹)

中譯：

1961 至 2018 年全球冰川質量年度和十年的變化

年份

冰川質量變化 (十億噸 / 年)



圖 20

阿拉斯加哥倫比亞冰川
(上圖為 2009 年，下圖為 2015 年)

來源：James Balog and the Extreme Ice Survey



4.7 海平面上升



相關資料



最新海平面變化

海洋變暖令海水膨脹，加上陸地冰雪加速融化後流入海洋，導致全球海平面上升。1901 至 1971 年間，全球平均海平面上升的速率為每年 1.3 毫米，而 2006 至 2018 年間則增至每年 3.7 毫米。自 1900 年以來，全球平均海平面上升的速度比過去 3,000 年的平均速度要快得多。(圖 21)

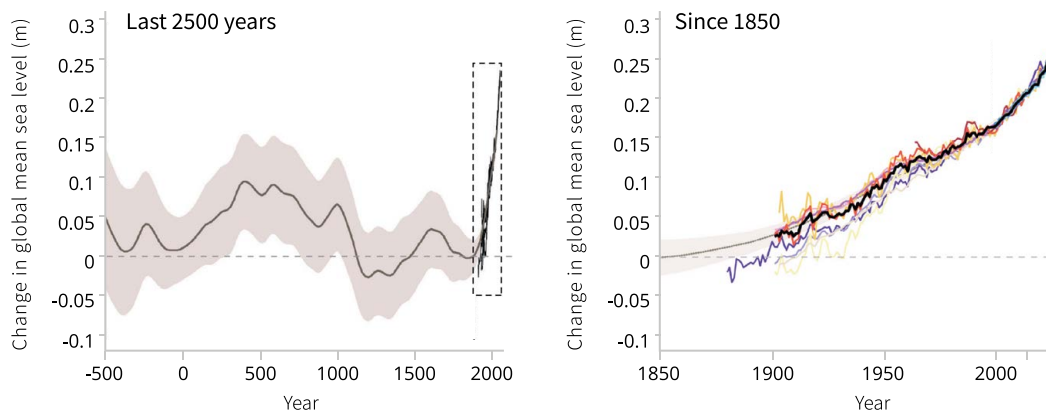


圖 21 Changes in global mean sea level

來源：IPCC《第六次評估報告》

語文小助手 (圖 21)

原文：

Changes in global mean sea level

Last 2,500 years

Since 1850

Year

Change in global mean sea level (m)

中譯：

全球平均海平面的變化

過往 2,500 年

自 1850 年以來

年份

全球平均海平面的變化 (米)

截至 2024 年，海平面上升的平均速度在衛星測高時代（自 1993 年起）已經增加了超過一倍，從 1993–2002 年的每年 2.1 毫米增加到 2015–2024 年的每年 4.7 毫米。2024 年，全球平均海平面在衛星記錄中達到了新高。（圖 22）

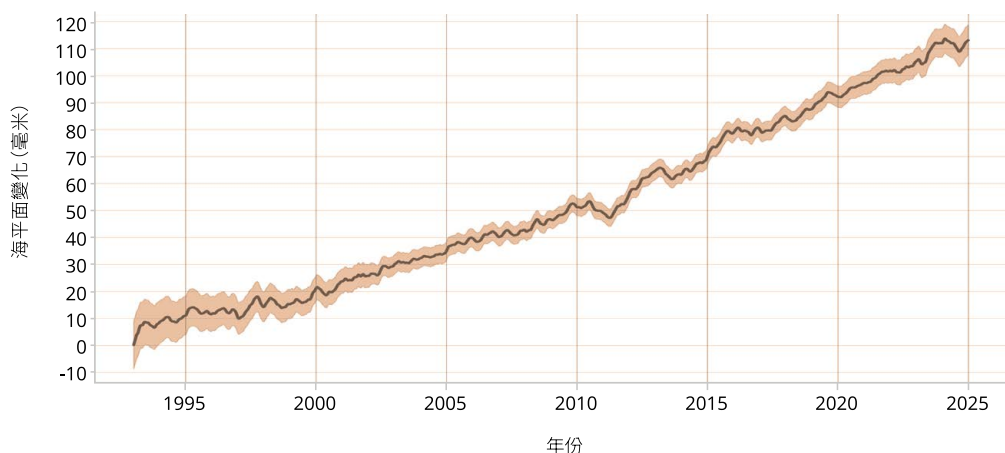


圖 22 全球平均海平面變化（季節循環已從數據中除去；陰影區域表示不確定性）
來源：世界氣象組織《2024 年全球氣候狀況報告》



4.8 極端天氣事件愈趨頻繁

人為氣候變化已影響全球各地的許多天氣與氣候極端事件。圖 23a 顯示全球有 41 個區域有極端高溫天氣增加的情況；至於強降水方面，圖 23b 顯示增加的有 19 個區域。

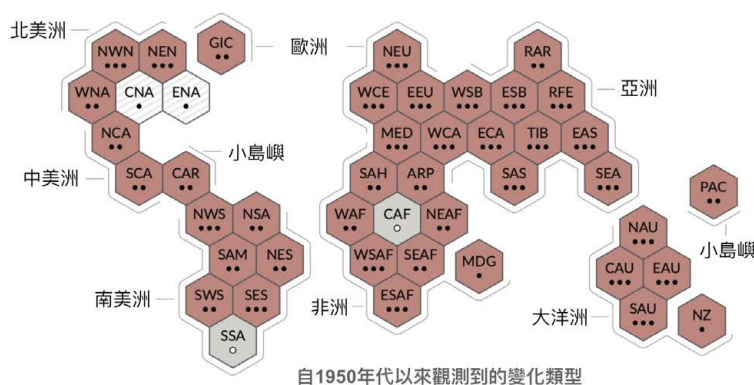
觀測到的極端熱事件
變化類型

- 增加 (41)
- 減少 (0)
- ◐ 變化類型一致性低 (2)
- ◑ 數據和/或文獻有限 (2)

觀測變化中
人為貢獻的信度

- 高
- 中
- 低，因一致性有限
- 低，因證據有限

(a) 觀測到的各區域極端熱事件變化以及人為貢獻信度的綜合評估



自1950年代以來觀測到的變化類型

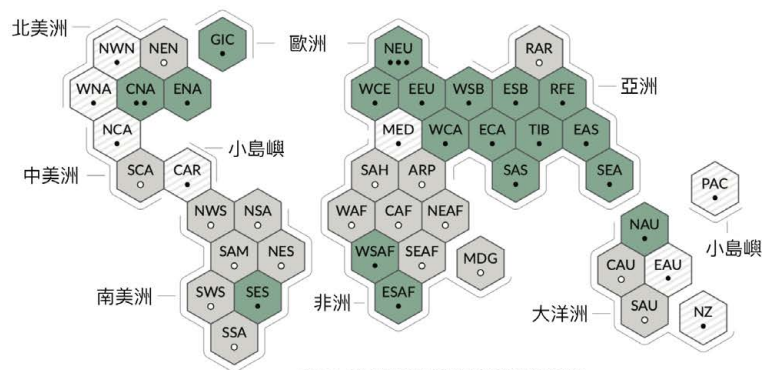
觀測到的強降水
變化類型

- 增加 (19)
- 減少 (0)
- ◐ 變化類型一致性低 (8)
- ◑ 數據和/或文獻有限 (18)

觀測變化中
人為貢獻的信度

- 高
- 中
- 低，因一致性有限
- 低，因證據有限

(b) 觀測到的各區域強降水變化以及人為貢獻信度的綜合評估



自1950年代以來觀測到的變化類型

圖 23 人類影響全球各地極端高溫天氣和強降水變化的綜合評估
來源：IPCC《第六次評估報告》

IPCC 是什麼？

IPCC (政府間氣候變化專門委員會) 於 1988 年由世界氣象組織和聯合國環境規劃署成立，是一個評估氣候變化相關科學的國際機構。

1. 主要工作

1.1 科學評估

IPCC 根據已發表的科學論文來評估和綜合氣候變化的最新資訊，包括氣候變化的成因，及氣候變化對環境、社會、經濟的影響和未來風險，以及各國應對這些影響的適應和減緩方案。

IPCC 的評估為制定氣候政策提供科學依據，亦是《聯合國氣候變化框架公約》談判的基礎。

1.2 編寫報告

IPCC 大約每 5 至 7 年發布一次評估報告，亦會發表特別報告和方法學報告。全球各地專家參與撰寫報告。

1990 年發表的第一次評估報告對《聯合國氣候變化框架公約》的確立發揮了決定性的作用。1995 年發表的第二次報告為《京都議定書》的談判提供了重要參考資料。2001 年發表的第三次評估報告和多份特別報告為《聯合國氣候變化框架公約》及《京都議定書》的發展提供了相關資訊。2007 年發表的第四次評估報告確認全球氣候暖化是無庸置疑的。2013 年發表的第五次評估報告除了重申這個結論外，更指出人類帶來的影響極有可能是自二十世紀中期以來所觀測到的暖化現象之主要原因。第五次評估報告為《巴黎協定》提供所需的科學參考。應巴黎氣候大會 (COP21) 邀請，IPCC 在 2018 年發表了《全球變暖 1.5°C 特別報告》。

IPCC 於 2021 至 2023 年分階段發布了以下第六次評估報告。這份報告強調人為影響使大氣、海洋和陸地變暖是毋庸置疑的，並指出大氣、海洋、冰凍圈和生物圈已經發生了廣泛而快速的變化。

2. 工作組及專責小組

IPCC 共有三個工作組負責編寫報告，並設有一個國家溫室氣體清單專責小組負責制定國家計算和報告溫室氣體排放及清除的方法。

- a. 第一工作組 (WGI) 報告： 評估氣候變化的物理科學基礎
- b. 第二工作組 (WGII) 報告： 評估社會經濟和自然系統面對氣候變化的脆弱性、氣候變化的後果以及適應氣候變化的選項
- c. 第三工作組 (WGIII) 報告： 評估如何減緩氣候變化、減少溫室氣體排放以及去除大氣層之溫室氣體的方法

3. 國際獎項

IPCC 的工作增進和傳播人為氣候變化的相關知識，為應對氣候變化所需措施奠定基礎。為此，IPCC 於 2007 年與艾爾高爾一同榮獲諾貝爾和平獎。

2022 年，IPCC 與政府間生物多樣性與生態系統服務科學政策平台 (IPBES) 共同獲得古爾本基安人道獎。

相關資料



7.1 單元總結

氣候正在轉變嗎？

1 天氣與氣候

- 天氣是短時間內的氣象狀況，氣候是長期的平均天氣。
- 世界氣象組織 (WMO) 使用 30 年的平均值來計算氣候參數。

2 全球氣候

- 不同地區氣候受該區所接收太陽能量的影響，可以根據緯度劃分為熱帶、溫帶和極地。
- 其他影響因素包括海拔高度、地形、與海洋的距離、洋流和盛行風向等等。

3 中國與香港的氣候

- 中國氣候受季風影響，氣候類型複雜多樣及降水時空分佈不均。
- 香港屬於亞熱帶季風氣候，夏季炎熱潮濕，冬季一般清涼乾燥。常見的惡劣天氣包括暴雨、狂風雷暴、熱帶氣旋和強烈季候風。

4 氣候變化的科學證據

- 全球表面溫度上升，2024 年為有記錄以來最暖的一年 (截至 2024 年)。
 - 海水表面溫度和海洋熱含量上升。
 - 冰雪加速融化。
 - 海平面上升。
 - 極端天氣事件頻繁發生，尤其極端高溫天氣在許多地區有顯著增加。
-

7.2 全球暖化的成因 是甚麼？

要了解全球暖化的成因，首先要認識影響地球溫度的因素，然後分辨出哪些因素是自然存在，哪些是人為造成。

影響地球溫度的因素有三個，包括抵達地球的太陽輻射、地球的反射率（也稱為反照率）、地球大氣中溫室氣體濃度。本章節會解釋這些因素的運作原理，以及科學家如何得出人為因素導致氣候變化的結論。

1 影響地球溫度的因素

2 全球暖化是自然變化還是人為引致？

甚麼是全球暖化？甚麼是氣候變化？

「全球暖化」與「氣候變化」有密切關係，而後者的含意較前者為廣。

「全球暖化」是指自工業革命以來，人類燃燒化石燃料，使整個地球自二十世紀初呈現升溫趨勢。世界氣象組織指出，2024 年全球平均溫度已較工業化前水平高出約 1.55°C 。

「氣候變化」是指由於燃燒化石燃料，地球大氣中溫室氣體濃度上升，繼而引致一連串的全球現象，包括「全球暖化」、海平面上升、格陵蘭和南極洲的冰原質量流失、北極海冰的縮減、陸地冰川的萎縮、極端天氣事件增多及物候改變等等。

相關資料



1

影響地球溫度的因素

太陽是地球的主要能量來源。太陽能量以短波輻射形式（主要為可見光）抵達地球，經過多個不同的物理過程，包括反射、吸收、蒸發、傳導、對流和輻射等，最後部分能量直接被反射回太空，部分被分配到不同的地球系統，例如大氣、海洋、陸地和冰原等，部分以長波輻射形式（紅外線）被釋放回太空。（圖1）

假如抵達地球的能量多於離開地球的能量，即是地球的能量收支出現正的能量不平衡，地球便會升溫；假如抵達地球的能量少於離開地球的能量，即是地球的能量收支出現負的能量不平衡，地球便會降溫。

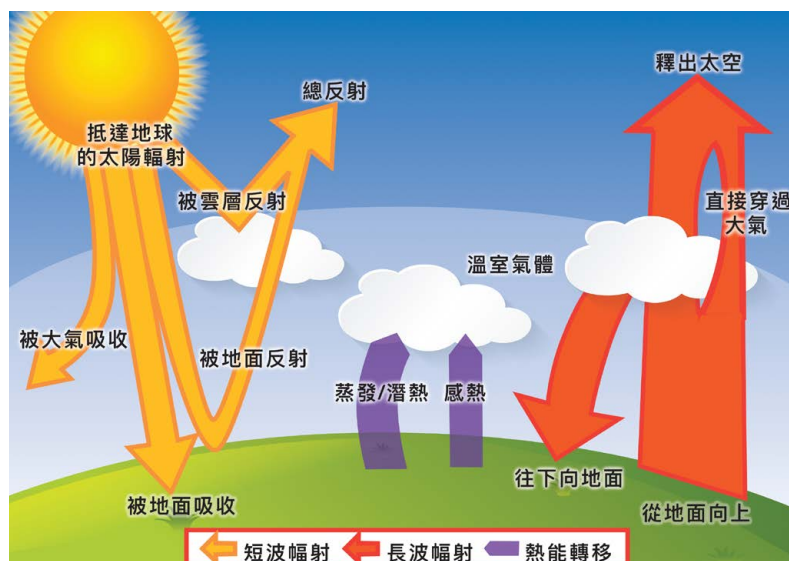


圖1 全球能量收支

影響地球溫度的因素有三個，包括抵達地球的太陽輻射、地球的反射率及地球大氣中溫室氣體的濃度。

影響地球溫度的因素		問題	闡釋
抵達地球的太陽輻射量	太陽活動	近年太陽活動增強還是減弱？	太陽活動的強弱改變會影響輸出的能量。
	地球軌跡	地球軌跡與抵達地球的太陽輻射有何關係？	地球公轉軌跡並非永恆不變，軌跡改變會影響太陽與地球間的距離，抵達地球的太陽能量強度因而改變。
反射率	地表覆蓋	海洋和陸地上的冰雪面，為甚麼重要？	冰雪面的反射率很高，因此冰雪面的變化在影響地球氣候方面扮演著重要的角色。
	大氣中的懸浮粒子	火山爆發為什麼會增加地球的反射率？	強烈的火山爆發會造成氣溶膠在平流層形成，這些微小粒子能反射太陽輻射，增加地球的反射率。
大氣中溫室氣體濃度	自然的碳循環	在自然的碳循環中，大氣的二氧化碳對地球生物有何重要？	溫室氣體自然存在於大氣中，大氣的二氧化碳製造自然溫室效應，使地球保持適中的溫度，萬物得以生存和繁衍。
	人類活動	人類活動與氣候變化有何關係？	人類活動使大氣中溫室氣體的濃度上升，加劇溫室效應，造成全球暖化。



1.1 太陽輻射

太陽輻射是指太陽不斷以電磁波發放出來的能量，亦稱為太陽能。太陽發出的電磁波覆蓋很寬的波長範圍，但其能量主要分佈在紫外線、可見光和紅外線，當中大部分的能量集中於可見光和紅外線，紫外線只佔極少部份。

1.1.1 太陽活動

太陽活動的波動屬自然變化。自 1970 年代後期以來，人造衛星上的儀器一直量度抵達大氣頂層的總太陽輻射（簡稱為 TSI—Total Solar Irradiance），平均數值約為 1,361 瓦 / 平方米。

太陽活動的週期約為 11 年，在過去數個太陽週期，總太陽輻射的平均變化只有約 0.1%。在沒有人造衛星的年代，科學家只能透過太陽黑子的數目、極地冰層和樹環的放射性同位素分析來估計總太陽輻射。

圖 2 顯示，二十世紀初期，總太陽輻射與全球平均溫度均有上升趨勢；然而，自二十世紀中葉以來，總太陽輻射顯示出下降趨勢，但全球平均氣溫則持續上升。



相關資料



氣候變化 – 陽光照射

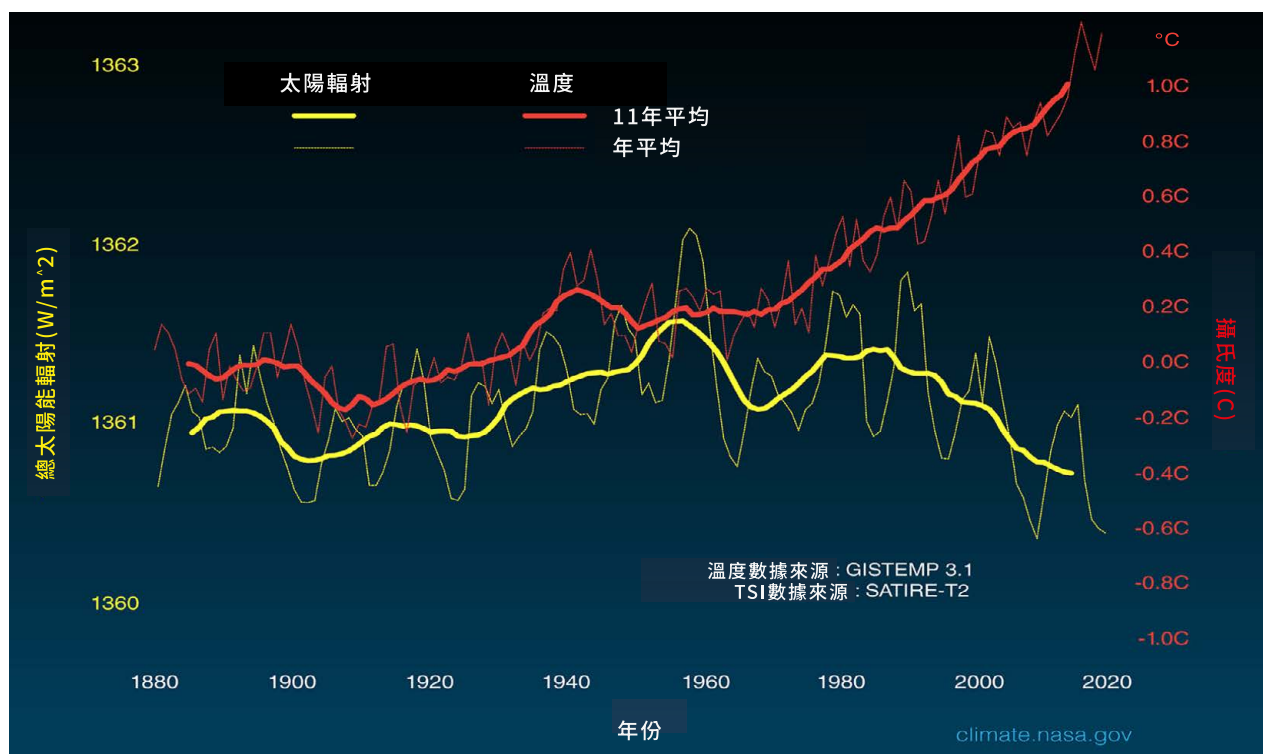


圖2 總太陽輻射與全球平均溫度的變化
來源：美國國家航空暨太空總署

1.1.2 地球軌跡（米蘭科維奇循環）

地球環繞太陽公轉的軌跡並非永恆不變，而地球自轉的參數也存在自然變化。塞爾維亞天文學家米盧廷·米蘭科維奇在二十世紀初提出，地球圍繞太陽運行的三個軌跡幾何參數會影響地球冰河時期的始末興衰。這三個參數的變化稱為米蘭科維奇循環（圖 3）。



相關資料



「氣象冷知識」：
米蘭科維奇循環

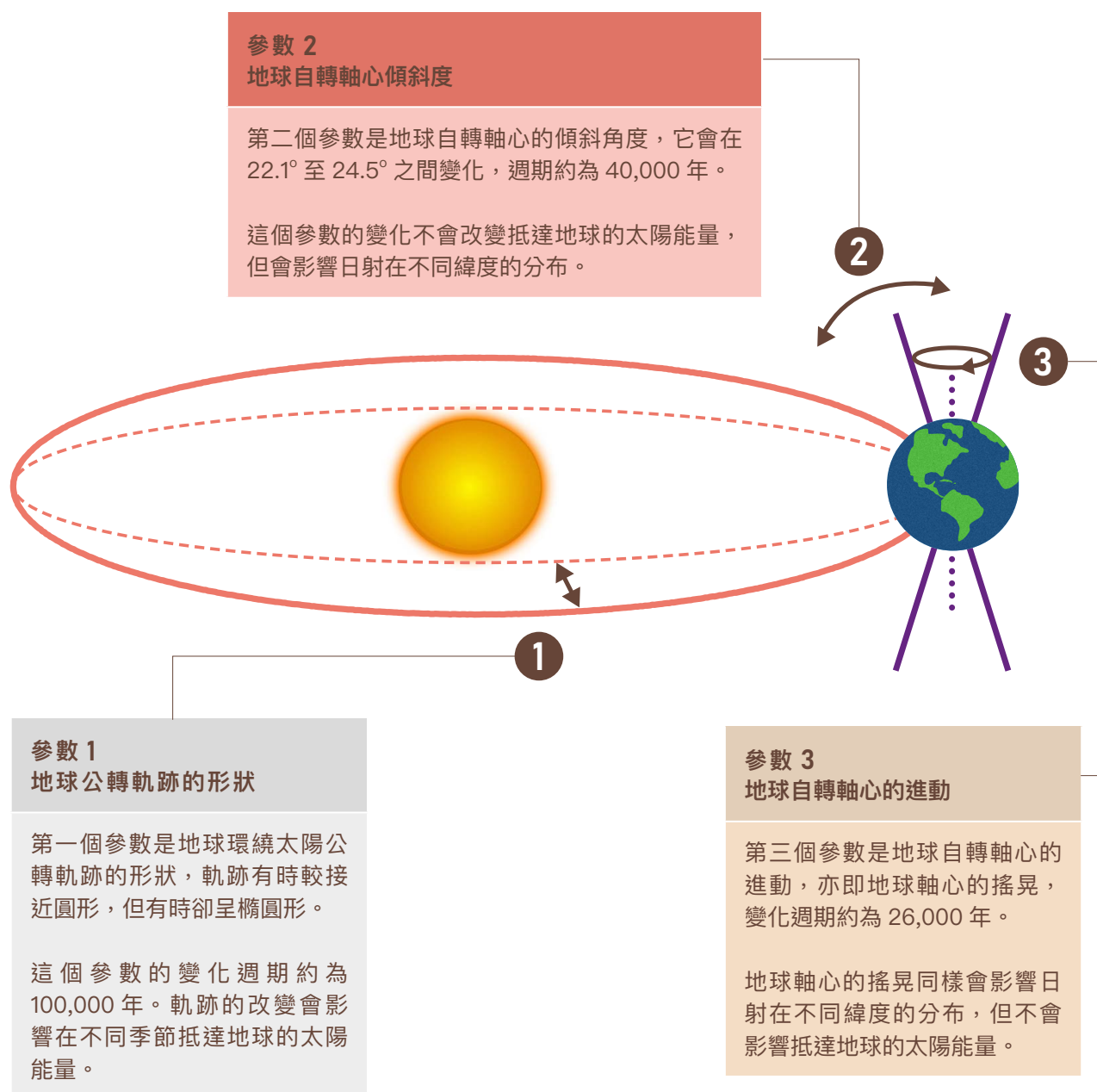


圖 3 米蘭科維奇循環

1.1.3 米蘭科維奇循環是近期氣候變化的原因嗎？

地米蘭科維奇循環屬自然變化，牽涉的時間尺度以萬年計，難以解釋地球近百年的急速升溫。此外，按照米蘭科維奇循環，地球現在應該處於緩慢降溫的情況，這個預期與古氣候學的研究結果一致，即是在工業革命前的五千年，地球正在緩慢降溫，但這個跨越五千年的緩慢降溫趨勢被近百年的急速升溫完全逆轉。



相關資料



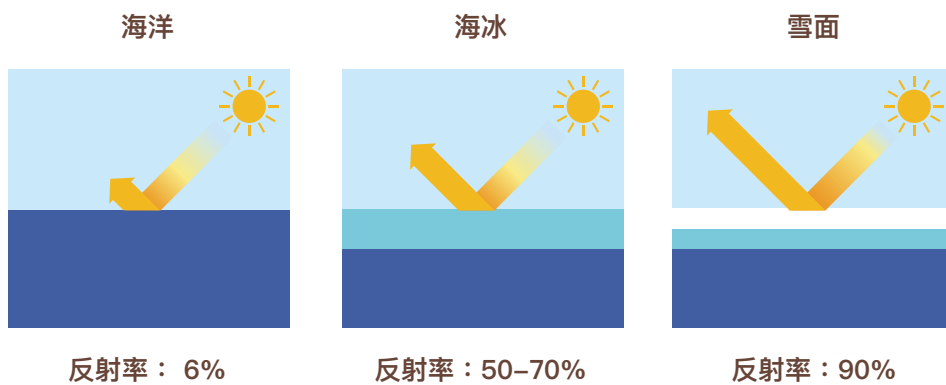
地球會再進入
冰河期嗎？



1.2 反射率

1.2.1 地表覆蓋

淺色地表（如：沙漠和冰雪面）的反射率，比深色的地表（如：森林）高；而相對於陸地，海洋因不同的物理特性吸收並儲存大量太陽輻射。數據顯示，在極地的海洋，海冰對太陽輻射的反射率達 50–70%，被雪覆蓋的海冰的反射率更可以高達 90%，遠比海洋高。（圖 4）



反射率 0% = 地表吸收全部太陽輻射；100% = 地表反射全部太陽輻射

圖 4 不同地表的反射率

數據來源：美國國家冰雪數據中心

1.2.2 火山爆發

火山爆發是自然現象，過程中大量氣體、火山灰和微粒被釋放到大氣中。在小規模的火山爆發，氣體和微粒通常局限於對流層內，而且會在數週內被雨水沖洗並沉積至地表；強烈的火山爆發會把大量的火山灰、水蒸氣和二氧化硫等物質送到穩定的平流層，並轉化為硫酸鹽氣溶膠，讓它們在平流層逗留多年。這些微小粒子能有效地反射太陽輻射，增加地球的反射率，產生短期的冷卻作用。

1991 年菲律賓皮納圖博火山爆發，是強烈火山爆發令全球平均溫度下降的一個例子。皮納圖博火山爆發後 18 個月內全球平均溫度降低了約 0.5°C ，但幾年後，溫度回升到火山爆發之前的水平。（圖 5a、5b）



相關資料



究極火山探險：
全球氣候變化之元兇？

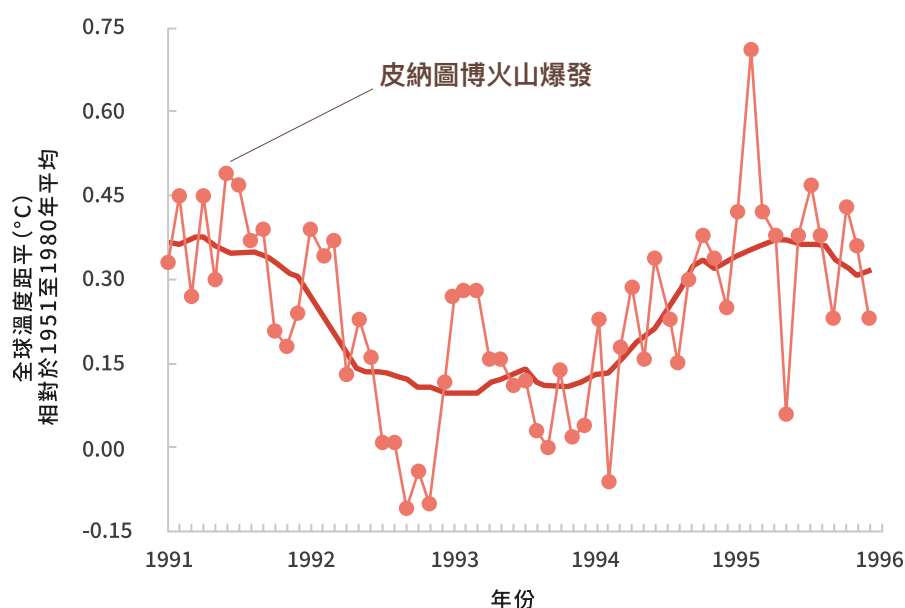


圖 5a 全球平均溫度變化（1991 至 1996 年間）
來源：香港天文台



圖 5b 菲律賓皮納圖博火山爆發
來源：U. S. Geological Survey Photograph taken by Richard P. Hoblitt

火山比人類活動釋放更多二氧化碳嗎？

火山釋放二氧化碳到大氣中，是影響氣候的自然因素之一。然而，各項研究顯示在過去一個世紀，每年由人類活動排放的二氧化碳量遠遠超過由陸地和海底火山所釋放的總和。資料顯示，人類活動每年釋出的二氧化碳是火山釋出的六十倍或以上。

相關資料



1.2.3 「氣候 – 反射率」回饋

「氣候 – 反射率」回饋是指氣候變化引致的地球反射率改變，會進一步加劇氣候變化的過程。此過程形成一個正回饋循環：地球的暖化(或冷卻)會促使進一步的暖化(或冷卻)，從而形成一個惡性循環。

米蘭科維奇認為，地球圍繞太陽運行時的三個軌跡幾何參數，對抵達北半球高緯度地區的日照影響至為重要，因為地球大部份的冰雪面都集中在這些地區，而冰雪面的變化可以引致一些「正回饋」作用。

舉例，當北半球高緯度地區所接收的日照減少，夏季的升溫不足以融化上一個冬季的冰雪，全年整體的冰雪便會增長，把更多的陽光反射回太空，減少地球接收到的熱力，幫助冰雪進一步增加，造成惡性循環。年復一年的冰雪增長最終會把地球推進冰河時期。

根據 2023 和 2024 年的一些研究顯示，北極地區的升溫速度約為全球平均的三倍，「氣候 – 反射率」的正回饋作用是一個主要原因。

全球暖化使北極地區的冰雪融化，暴露出顏色較深、反射率較低的陸地和海洋，極地因此吸收更多的太陽能量和加劇暖化，繼而使更多冰雪融化，造成惡性循環。

相關資料





1.3 溫室氣體

全球氣候一直受到太陽活動、地球軌道改變、火山活動等因素的影響；但自工業革命以來，大氣中溫室氣體濃度不斷增加，對氣候的影響完全蓋過了這些自然因素。人類活動所引致的氣候變化，已經成為人類現時重大的挑戰。

1.3.1 溫室氣體種類

大氣層中主要的溫室氣體有二氧化碳 (CO_2)、甲烷 (CH_4) 和一氧化二氮 (N_2O)。數據顯示，這些溫室氣體的大氣濃度正不斷上升中。大氣層中的水氣 (H_2O) 雖然是「天然溫室效應」的主要原因，但普遍認為它的大氣濃度並不直接受人類活動所影響。

1.3.2 溫室效應

溫室效應是指地球大氣層上的一種物理特性。假若沒有大氣層，地球表面的平均溫度不會是現在適合生物生存的 15°C ，而是十分低的 -18°C 。這溫度上的差別是由大氣中的溫室氣體所引致。

當太陽輻射抵達地球，地球表面和大氣將部份太陽能反射回太空，同時，地球表面吸收部份太陽輻射，使地表受熱增溫，然後釋放出紅外線。部份紅外線穿過大氣返回太空，但大部份會被大氣中的溫室氣體吸收，並沿所有方向散射，使大氣受熱，然後透過再輻射回到地面，為地球表面和低層大氣增暖，這就是溫室效應。因此，大氣的溫室氣體濃度，會直接影響地球整體的能量平衡。

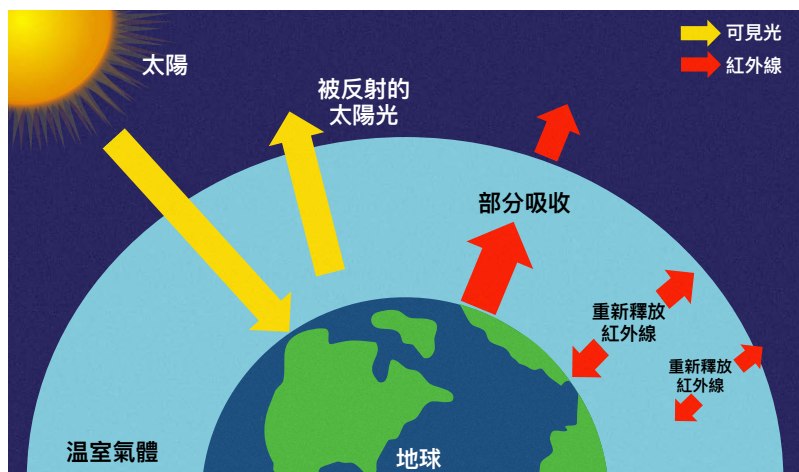


圖 6

溫室效應

來源：香港天文台

1.3.3 碳循環

碳循環是指碳元素在各個自然的儲存庫，包括大氣、海洋、生物圈、岩石和化石燃料等之間不斷交換和循環的生物－地質－化學循環。

在一個自然和不受干擾的碳循環裏，碳儲存庫之間的碳交換大致平衡，大氣中的二氧化碳濃度相對穩定。

在工業革命發生前的八十萬年裏，大氣中的二氧化碳濃度約在 180 至 280ppm（百萬分率）之間上落變化。但人類活動擾亂了碳循環。2023 年，大氣中二氧化碳濃度已達 420ppm，是過去二百萬年來最高。（圖 7）



相關資料



氣象冷知識：溫室效應



溫室效應與全球變暖



甚麼是碳循環

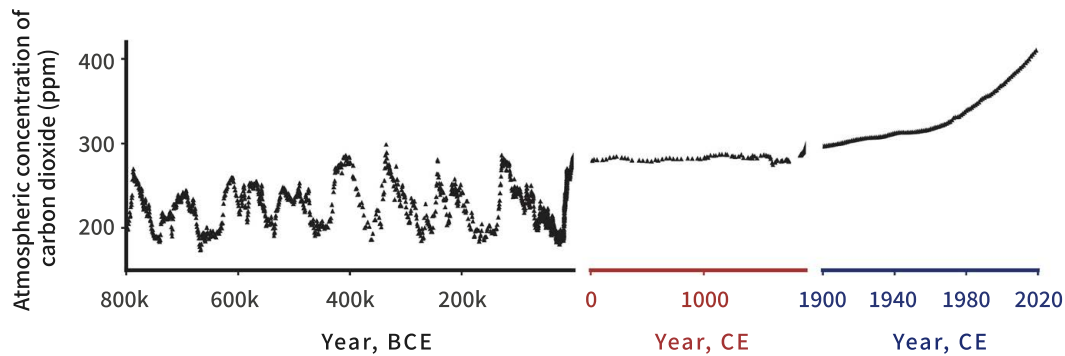


圖 7 The atmospheric concentration of carbon dioxide
來源：IPCC《第六次評估報告》

語文小助手 (圖 7)

原文：

The atmospheric concentration of carbon dioxide
Year, BCE
Year, CE
Atmospheric concentration of carbon dioxide
ppm

中譯：

大氣中二氧化碳濃度
公元前
公元
大氣中二氧化碳的濃度
百萬分率

1.3.4 哪些人類活動增加溫室氣體？

人類活動排放了大量的溫室氣體，加劇溫室效應，把更多熱能困在地球，導致全球暖化。



1.3.4.1 燃燒化石燃料

化石燃料包括煤、石油及天然氣。自工業革命以來人類大量開採及燃燒化石燃料，用作發電、供暖和推動機器及汽車等，釋出大量二氧化碳、甲烷及氧化亞氮。

1.3.4.2 砍伐森林

為了開墾土地供農業及城市發展，人類大量砍伐森林，砍伐後焚燒林木，會把原本儲存在植物體內的碳，以二氧化碳形式釋放到大氣中。與此同時，吸收及儲存二氧化碳的植物量也同時減少，令大氣中二氧化碳濃度上升。數據顯示1990至2020年間，全球失去了約1億7,800萬公頃的森林。

相關資料



最新的全球
二氧化碳濃度



大氣中二氧化碳
濃度的歷史變化

1.3.4.3 農業活動

畜牧業中尤其養牛業，牛隻的反芻活動會排放出大量甲烷，種植水稻的環境亦有利甲烷的產生；而大量使用含有氮的化學肥料會釋出氧化亞氮。此外，隨著農業機械化，農業活動使用的機器多由化石燃料推動，使用過程會釋出二氧化碳。

1.3.4.4 工業活動

工業活動排放大量人為溫室氣體。例如：尼龍的生產過程會釋出氧化亞氮；水泥的生產過程會釋出二氧化碳。上世紀研發、曾用作製冷劑和噴霧罐推進劑的氯氟碳化物 (CFCs)，也是人工合成的溫室氣體。

1.3.4.5 廢物處理

隨著生活水平上升及消費主義的興起，人類消耗資源之餘亦同時製造大量廢物。廢物處理以焚化及堆填為主，焚化過程會釋出二氧化碳、甲烷及氧化亞氮，堆填區的廢物分解時會釋出甲烷。

在 2023 年，大氣中二氧化碳、甲烷及氧化亞氮濃度較工業化前水平分別增加 51%、165% 及 25%。(圖 8)

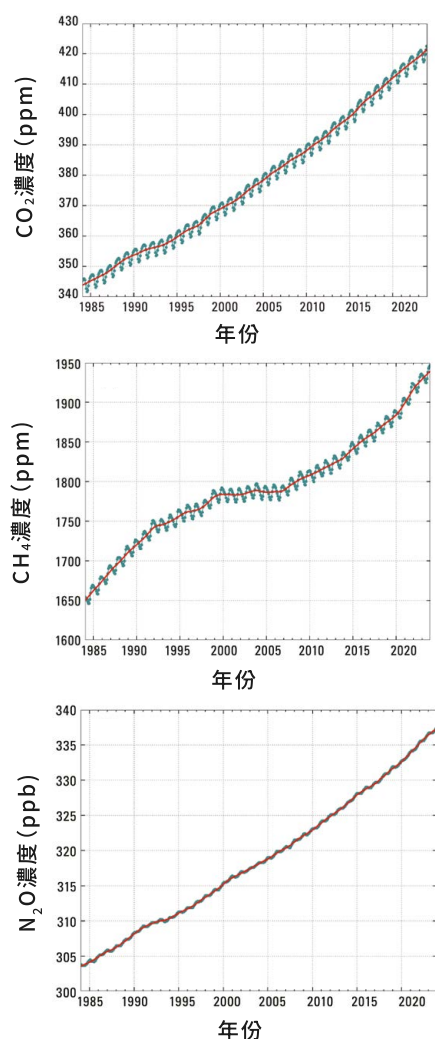


圖 8 大氣中二氧化碳、甲烷和氧化亞氮濃度趨勢
來源：《世界氣象組織溫室氣體公報》

相關資料



大氣圈二氧化碳的
模擬影像



世界氣象組織
溫室氣體公報



最新的全球
甲烷濃度



最新的全球
氧化亞氮濃度

相關資料



IPCC 第一工作組
《第六次評估報告》
第 2.3.1.2.2 節



太陽不是導致
全球變暖的原因？

對流層與平流層不同的溫度變化

如果太陽活動是全球變暖的主因，太陽活動的變化會影響整個大氣的溫度。但如果溫室氣體是全球變暖的主因，溫室氣體增加會使對流層升溫，但平流層則降溫，這是溫室效應加劇的獨有特徵。數據顯示自二十世紀中期以來，對流層出現升溫、而平流層卻出現降溫的狀況。

2

全球暖化是自然變化還是人為引致？

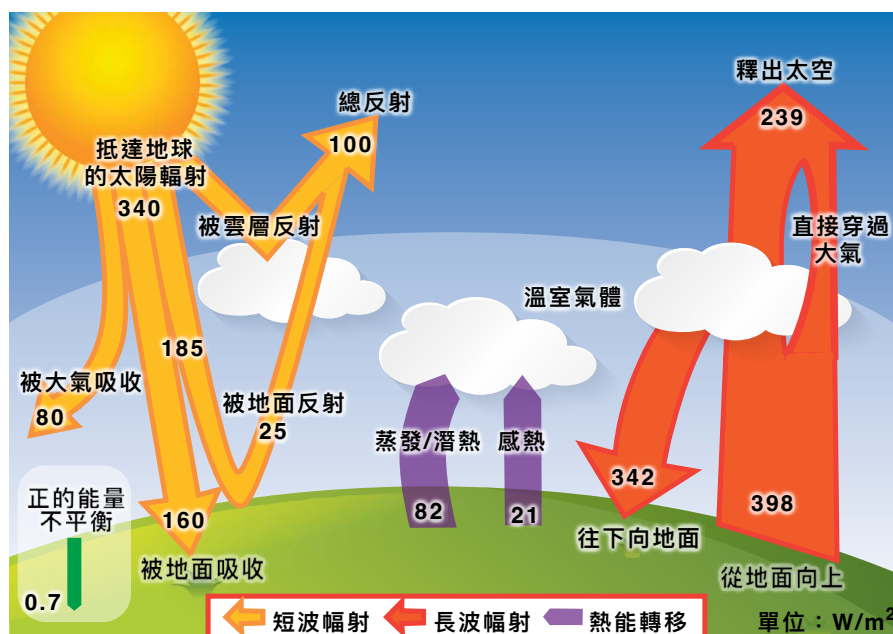


圖 9

現時全球能量收支情況

數據來源：IPCC《第六次評估報告》



相關資料



氣候變化的原因

科學家綜合了多個研究的結果和相關數據，結果顯示，現時地球的能量收支情況，有大約 0.7 W/m^2 正的能量不平衡，引致地球暖化。（圖 9）

全球能量收支不平衡的成因是甚麼？科學家利用電腦氣候模式模擬地球表面溫度在過去 170 年的變化，圖 10 顯示在不同情況下的溫度距平模擬結果。數據顯示，假如把自然因素（太陽活動和火山爆發）和人為因素（包括加入大氣中溫室氣體濃度的變化、土地用途的改變、人為的污染等等）一併考慮，模擬結果便與觀測的地球溫度變化情況相吻合。因此，IPCC《第六次評估報告》清楚指出，人類影響使大氣、海洋和陸地變暖是無庸置疑的。

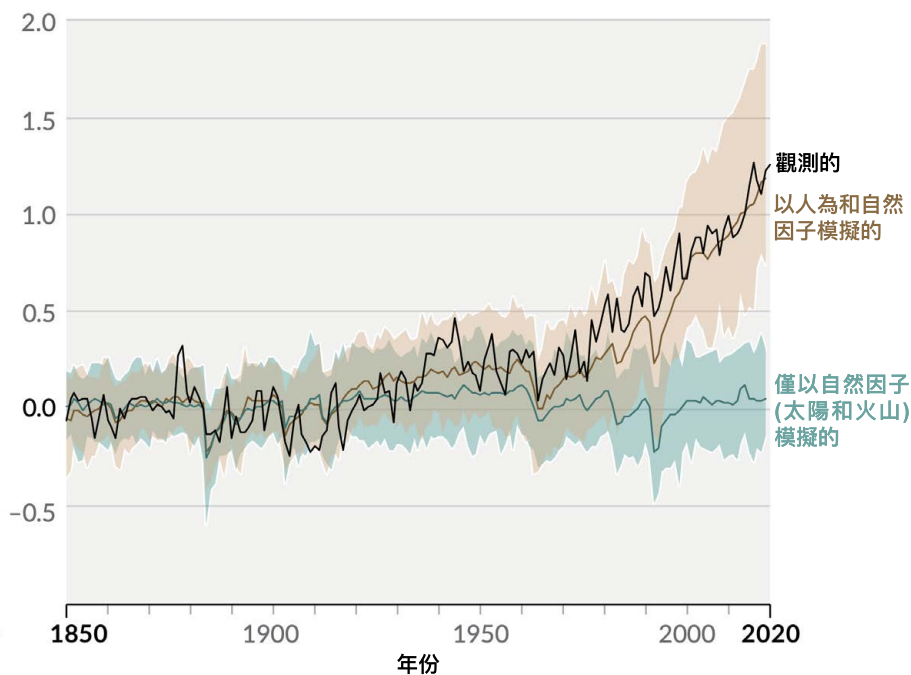
溫度距平 $^{\circ}\text{C}$ 

圖 10

相對於 1850-1900 年的全球表面溫度變化

來源：IPCC《第六次評估報告》



2.1 人為驅動因素



相關資料

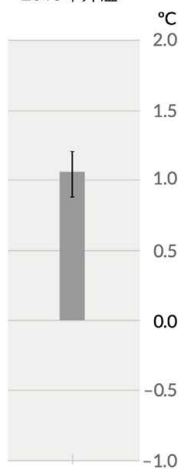


關於全球暖化的 97% 共識

IPCC 第六次評估報告總結了地球變暖的自然和人為驅動因素。圖 11(a) 顯示，2010–2019 年間，地球表面溫度已較 1850–1900 年的基準期上升超過 1°C 。圖 11(b) 則展示了歸因研究對全球暖化貢獻的評估。結果顯示人類活動的貢獻最大，而自然因素(如內部氣候變率、太陽活動和火山活動)的貢獻則不明顯。圖 11(c) 闡述了輻射強迫研究對全球升溫貢獻的評估。研究顯示人類活動各個組成部分(包括溫室氣體、氣溶膠及其前驅物、土地利用改變，以及航空凝結尾跡)對全球變暖的影響，其中二氧化碳和甲烷的貢獻最為顯著。

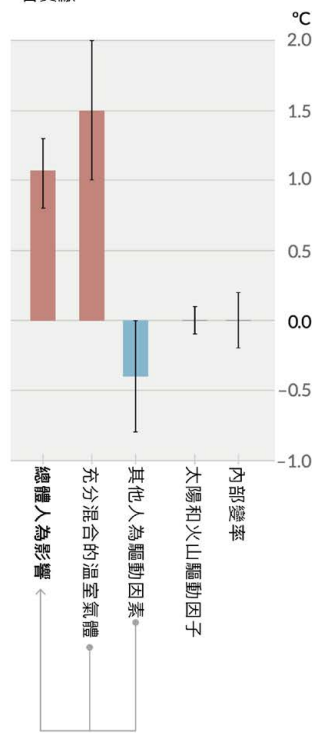
觀察到的變暖

(a) 相對於 1850–1900 年，觀測到的 2010–2019 年升溫



基於兩種互補方法的升溫貢獻

(b) 相對於 1850–1900 年，根據歸因研究評估的對 2010–2019 年升溫的綜合貢獻



(c) 相對於 1850–1900 年，根據輻射強迫研究評估的對 2010–2019 年升溫的貢獻

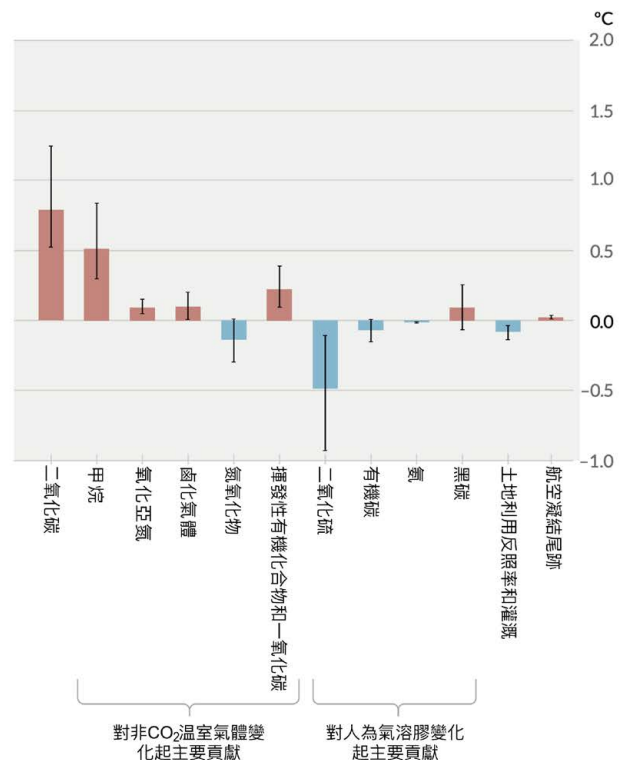


圖 11 各因子對觀測到的 2010–2019 年相對於 1850–1900 年增暖的貢獻的評估

來源：IPCC《第六次評估報告》



2.2 科學共識

在過去三十多年，有多項研究嘗試探討氣候學家對人為引致全球變暖這個議題的共識，結果發現氣候學家的共識超過 90%。

連納斯等 (Lynas et al., 2021) 隨機抽取自 2012 年以來發表的氣候相關的同行評審論文進行分析，研究顯示人為造成氣候變化的科學共識超過 99%。(圖 12)



圖 12 氣候學家對人為引致全球變暖的共識

來源：Skeptical Science

政府間氣候變化專門委員會 (IPCC) 評估報告

IPCC 每隔數年會發表評估報告，總結世界各國氣候學家在氣候變化方面的研究結果，評估報告代表了氣候學家在氣候變化問題上的共識。IPCC 自 1990 年起發表了六次評估報告，其重要結論如下：

1990

《第一次評估報告》



- 全球平均表面溫度在過去 100 年上升了 0.3°C 至 0.6°C
- 這升溫幅度與氣候模式的預測大致吻合，但亦與氣候自然波動的幅度相約

1995

《第二次評估報告》



- 平衡各方的證據後可以看得出人類對全球氣候有影響

2001

《第三次評估報告》



- 過去 100 年的暖化很不可能 (1–10% 機會) 單是因為氣候自然波動所致
- 大部分過去 50 年的暖化可能是因為溫室氣體增加所致

2007

《第四次評估報告》



- 氣候系統的暖化是無庸置疑
- 大部分自二十世紀中期以來的全球升溫很有可能 (90% 以上機會) 是人為的溫室氣體增加所致

2013

《第五次評估報告》



- 氣候系統的暖化是無庸置疑，自 1950 年代以來，很多觀測到的改變是數十年至千年所未見
- 人類帶來的影響極有可能 (95–100% 機會) 是二十世紀中期以來觀測到的暖化的主要原因

2021

《第六次評估報告》



- 人類影響已導致大氣、海洋和陸地的溫度上升，這一點是無庸置疑。全球暖化的速度是過去最少 2,000 年以來最快。大氣、海洋、冰凍圈和生物圈都發生了廣泛而迅速的變化
- 人為造成的氣候變化已影響全球氣候及極端天氣事件的發生。自第五次評估報告以來，熱浪、大雨、乾旱和熱帶氣旋等極端事件的變化與人類影響之間的關聯，已獲得進一步證實

相關資料



全球變暖：迫在眉睫的危機《一》

7.2 單元總結

全球暖化的成因是甚麼？

1 影響地球溫度的因素

太陽輻射

- 太陽是地球的主要能量來源。假如抵達地球的能量多於離開地球的能量，地球便會升溫。
- 地球軌道變化會影響抵達地球的太陽能量，但其牽涉的時間尺度以萬年計，難以解釋地球近百年的急速升溫。

反射率

- 地表覆蓋（如海洋、冰雪）影響太陽輻射的反射。氣候變化引致地球表面冰雪融化，降低地表反射率，這個改變進一步加劇氣候變化，形成惡性循環。
- 火山爆發導致大氣中懸浮粒子數量增多，反射更多太陽輻射回太空，減少地球吸收的熱能。

溫室氣體

- 二氧化碳、甲烷及氧化亞氮等溫室氣體自然存在於大氣中，天然溫室效應使地球保持適中的溫度。
- 燃燒化石燃料、砍伐森林、農業和工業等人類活動排放大量溫室氣體到大氣中，加劇了溫室效應，導致全球暖化。

2 全球暖化是人類活動引致的

-  自然因素無法解釋當前全球快速升溫。研究及模擬結果顯示人為因素是導致全球暖化的主因。

-  超過 90% 的氣候學家認同人類活動引致全球變暖，顯示出強烈的科學共識。
-

7.3 香港的氣候變化 又是怎樣呢？

在全球變暖的背景下，香港的氣候趨勢與全球的趨勢基本一致：更多高溫天氣、更多極端降雨、海平面上升。此外，香港在過去百多年逐漸發展成為人口稠密的城市，城市發展也影響了香港的氣候。

1 香港的氣候變化

2 城市發展的影響

3 微氣候

1

香港的氣候變化

香港天文台自 1884 年開始進行氣象觀測，除了在 1940 至 1946 年因二次大戰而中斷外，百多年的氣象觀測記錄成為香港氣候變化研究的重要參考數據。



相關資料



最新溫度趨勢



1.1 溫度上升

香港的年平均溫度有顯著的長期上升趨勢，圖 1 顯示，1885–2024 年期間的平均上升速度約為每十年 0.14°C ，而上升速度在二十世紀後期開始有明顯的加快跡象。

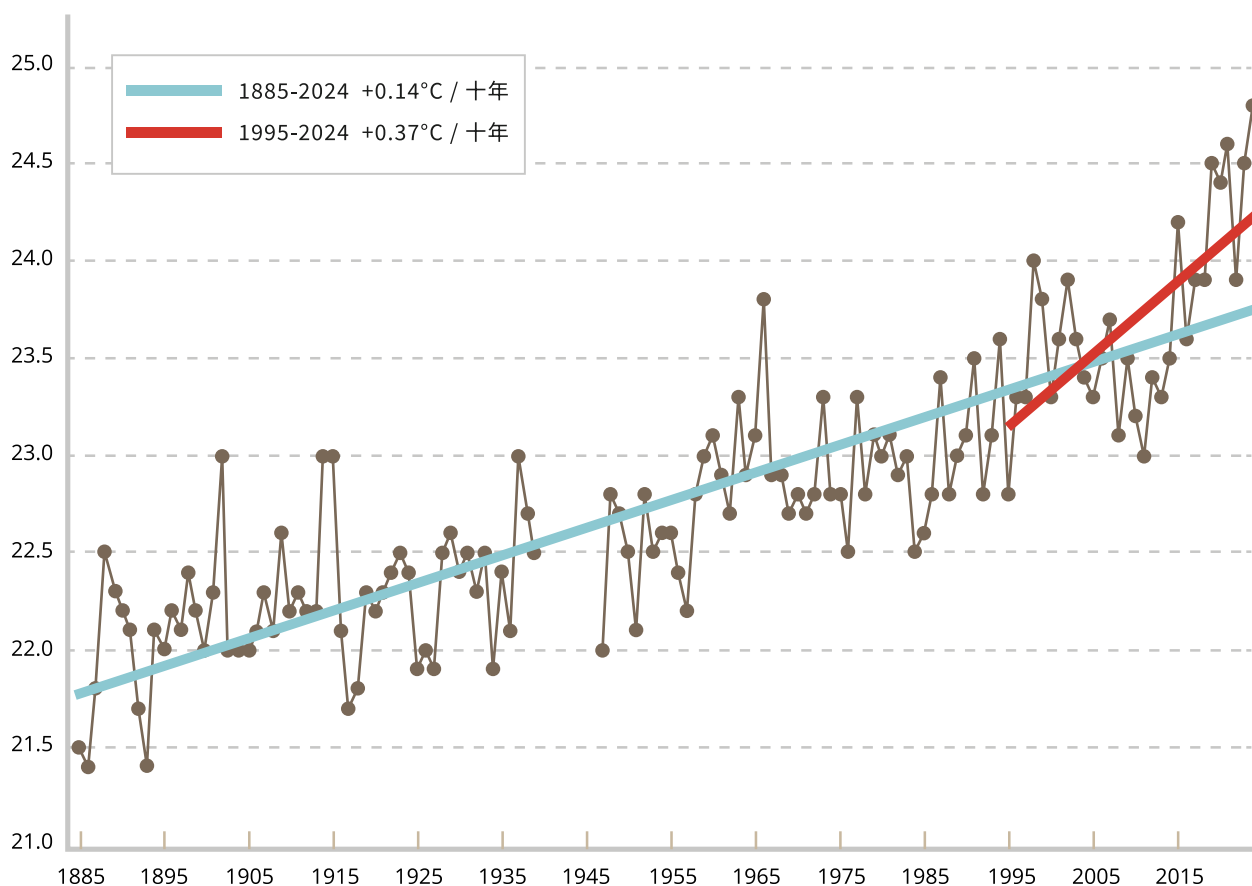


圖1 香港天文台總部的年平均溫度 (1885–2024)

來源：香港天文台



1.2 酷熱天氣增多、寒冷天氣減少

熱夜（日最低溫度在 28°C 或以上）數目及酷熱天氣（日最高溫度在 33°C 或以上）日數，在 1884–2024 年間分別增加至約四十八倍和十倍（圖 2a）；相反，寒冷天氣（日最低溫度在 12°C 或以下）日數有下降趨勢（圖 2b）。



相關資料



極端天氣事件

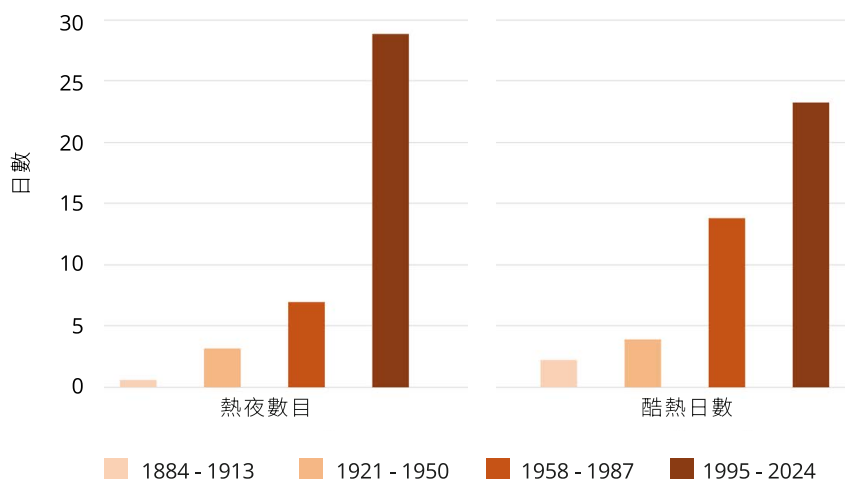


圖 2a 香港每年熱夜數目及酷熱日數的變化 (1884–2024)

來源：香港天文台

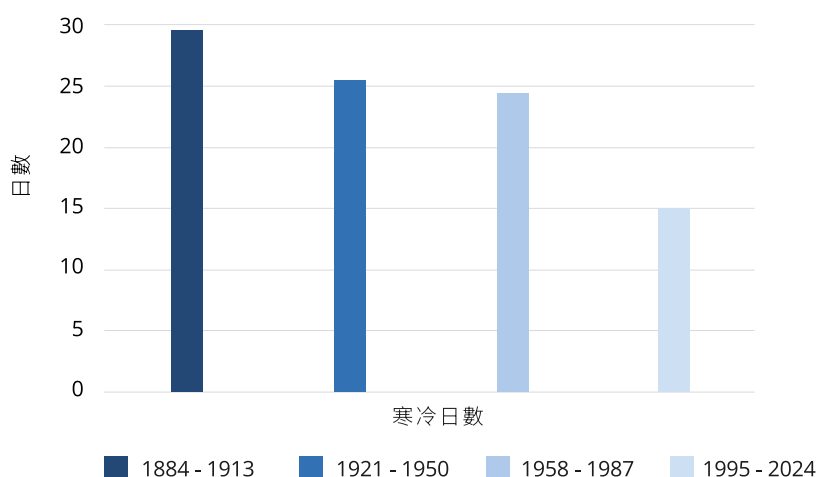


圖 2b 香港每年寒冷日數的變化 (1884–2024)

來源：香港天文台



1.3 極端降雨越趨頻繁和強烈

最新研究顯示，極端降雨事件在過去一個多世紀變得越來越頻繁和強烈。歷史上，香港天文台總部的最高一小時雨量紀錄通常每幾十年打破一次，但在最近幾十年中，這紀錄已被多次刷新，最近一次為2023年。截至2025年7月，香港天文台總部錄得的最高一小時雨量為158.1毫米。(圖3)

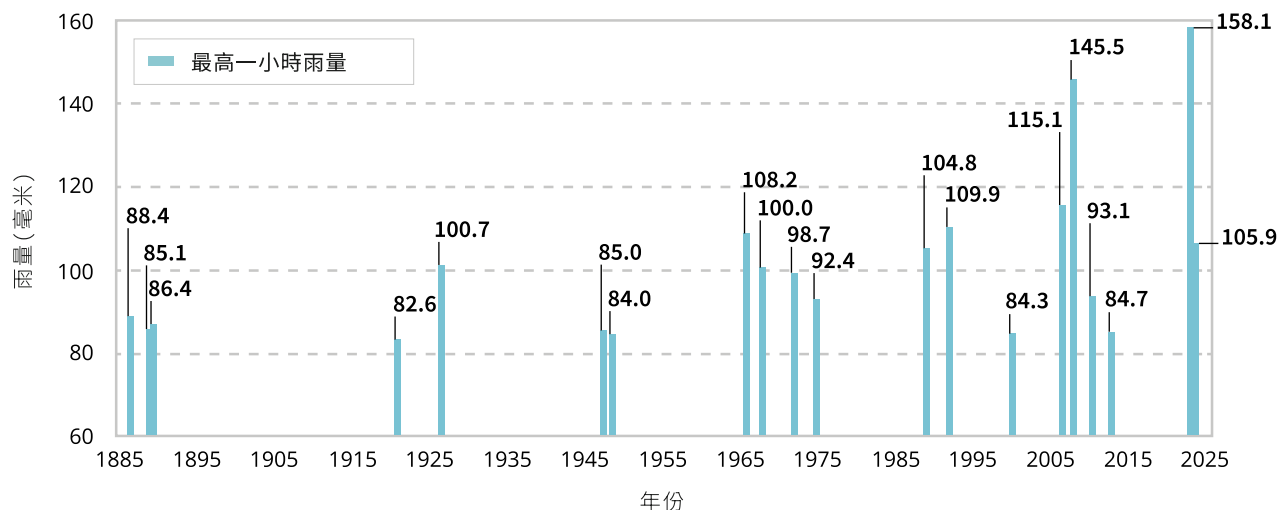


圖3 香港天文台總部記錄的最高一小時降雨量前20名

來源：香港天文台



相關資料



1.4 海平面上升

自1954年至今的驗潮站資料顯示維多利亞港的平均海平面高度有明確上升，1954-2024年的平均上升速度約為每十年32毫米。(圖4)

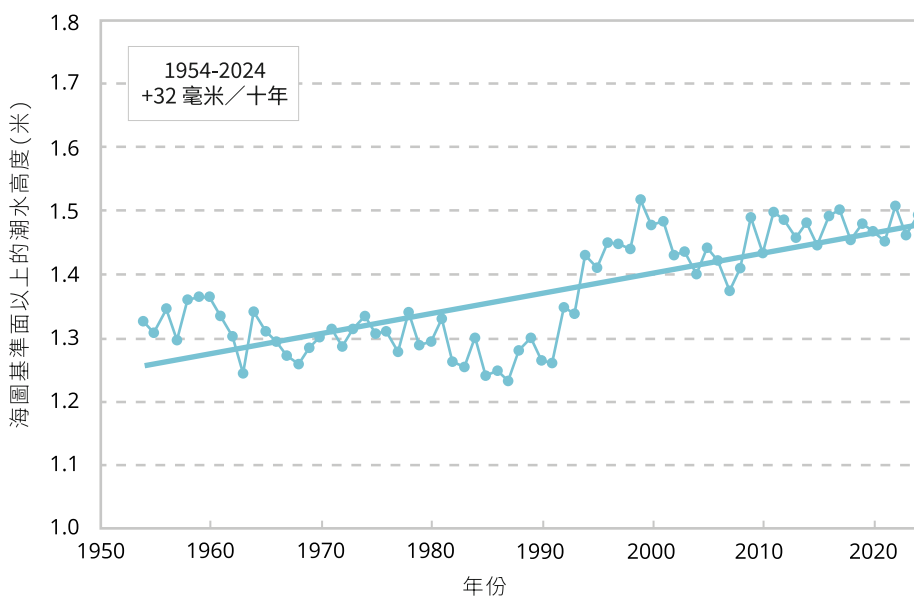


圖4 維多利亞港年平均海平面高度(1954-2024)

來源：香港天文台



最高一小時雨量的排行



最新平均
海平面趨勢

2

城市發展如何影響香港的氣候？

全球暖化及本地城市發展皆會影響香港的氣候，根據天文台的研究，城市發展是導致香港氣候暖化的因素之一，其貢獻估計可達百分之五十。



2.1 城市熱島效應

城市化帶來土地用途改變、密集建築發展、熱力排放增加及人類活動高度集中，對城市區域的氣候構成重大的影響。由於市區建築物的熱容量較大，加上植被減少，影響了市區的熱平衡（圖 5）。市區散熱速率漸漸低於郊區，這就是城市熱島效應。

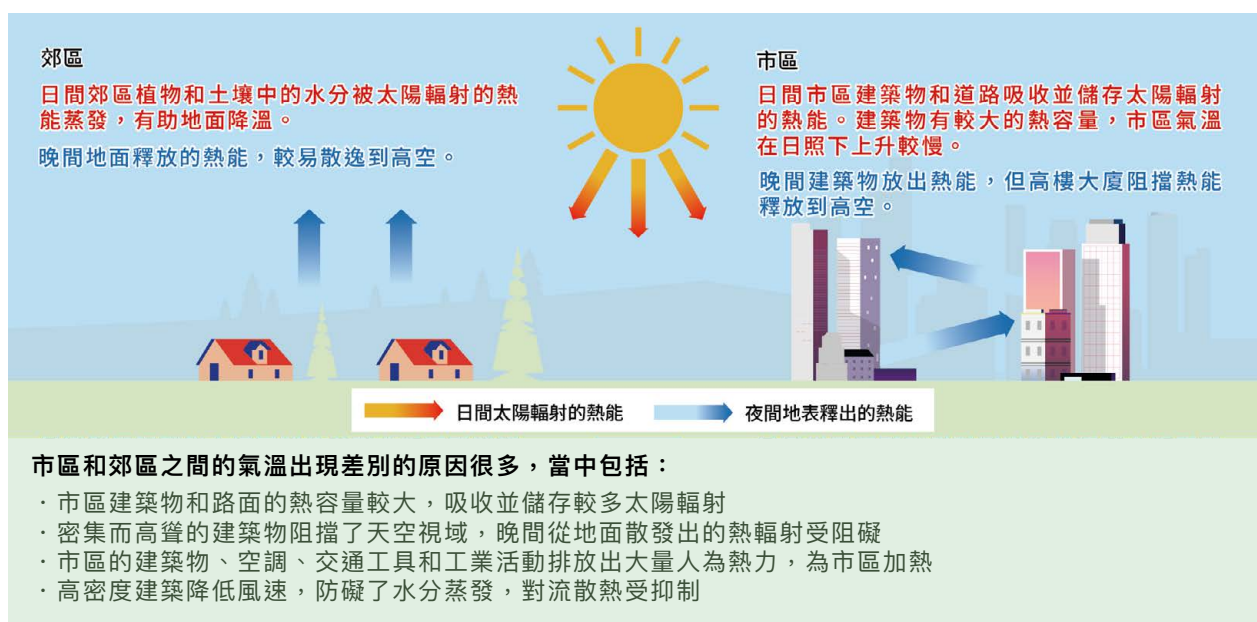


圖 5 城市發展對市區熱平衡的影響

在香港，城市熱島效應基本上是夜間現象，它在冬季時較為顯著，尤其是在大氣穩定、微風及天朗氣清的日子最為明顯。圖 6 顯示 2021 年的一個例子，由於受到華南地區一股大陸氣流的影響，2021 年 1 月 12 和 13 日，香港的天氣晴朗乾燥。在 1 月 12 日的晚上和 1 月 13 日的清晨，微風和晴朗的天空增強了輻射冷卻效應，打鼓嶺的氣溫於 1 月 13 日清晨下降至最低 -0.9°C 。受城市發展的影響，市區的夜間冷卻速度遠比郊區慢，位於尖沙咀的香港天文台總部於同日錄得的最低氣溫為 10.4°C ，比打鼓嶺高出超過 11°C 。

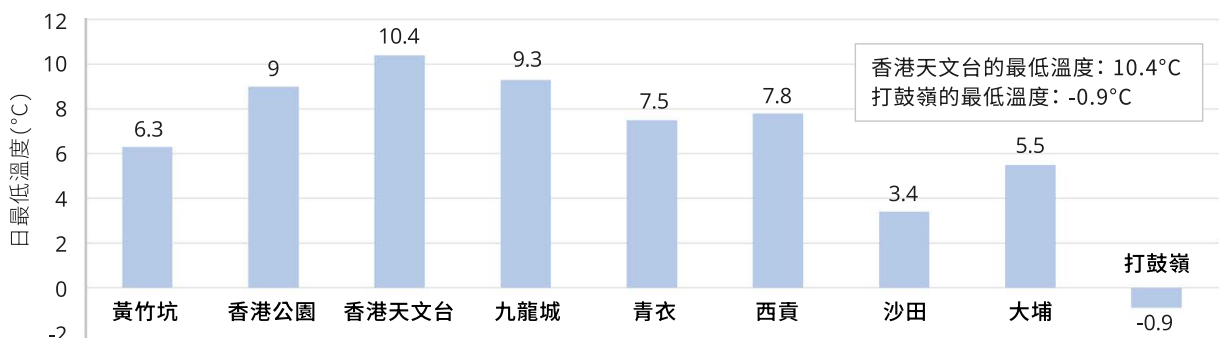


圖 6 香港市區和郊區在 2021 年 1 月 13 日的最低溫度
來源：香港天文台



2.2 城市發展對近地面風速的影響

香港的高樓建築及高密度城市發展增加了地面的摩擦力及阻擋空氣流動，降低市區風速。圖 7 顯示 1968 至 2024 年間橫瀾島的年平均風速無明顯的變化趨勢；然而，位於市區的京士柏年平均風速在 1968 年至 1990 年代呈下降趨勢，但自 2000 年以來則保持相對穩定。

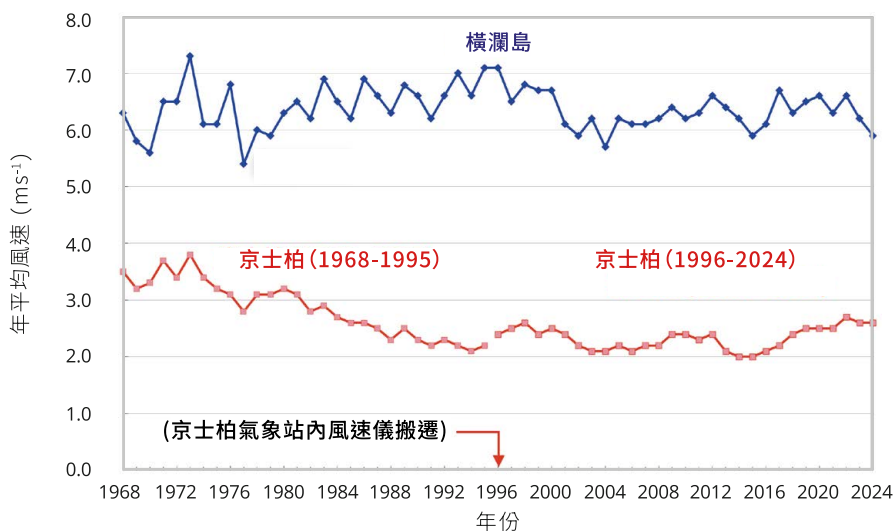


圖 7 京士柏和橫瀾島年平均風速 (1968–2024)

來源：香港天文台



相關資料



屏風樓宇



2.3 城市發展的其他影響

1961–2024 年間，香港年平均雲量每十年上升約 1.0%。這個增長趨勢在 1960 年代初到 1980 年代中期至為明顯（圖 8）。雲量上升的其中一個原因可能是人類活動排放懸浮粒子到大氣中，使凝結核濃度增加，有利雲的形成所致。除了大氣中的凝結核增加外，城市的熱力也可以助長對流，兩者皆有利降水。天文台的研究指出在 1956 至 2005 年期間，市區雨量上升的幅度較新界及離岸地區高。

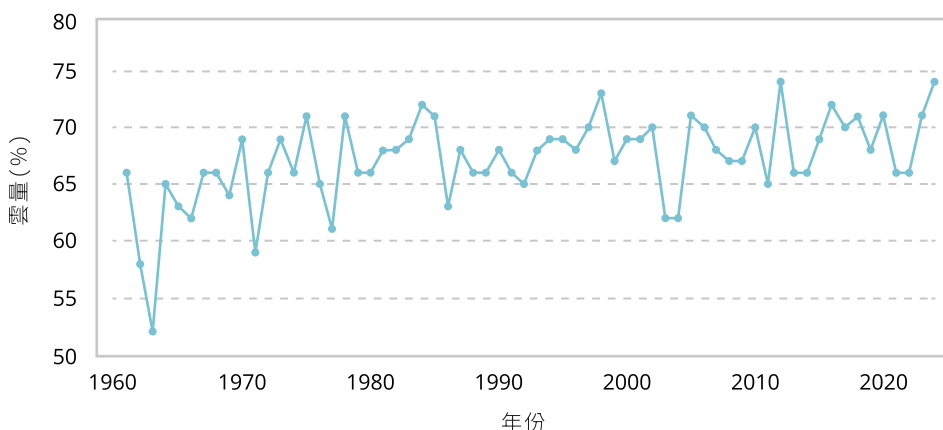


圖 8 天文台總部錄得的年平均雲量 (1961–2024)

來源：香港天文台

懸浮粒子和雲量的增加都會減低到達地面的太陽輻射量。香港觀測到的太陽輻射量自 1968 年到 1980 年代初期展示出顯著的下陷趨勢。從 1980 年代到 1990 年代，太陽輻射量相對穩定；而在 2000 年之後則顯示出上升的趨勢。(圖 9)

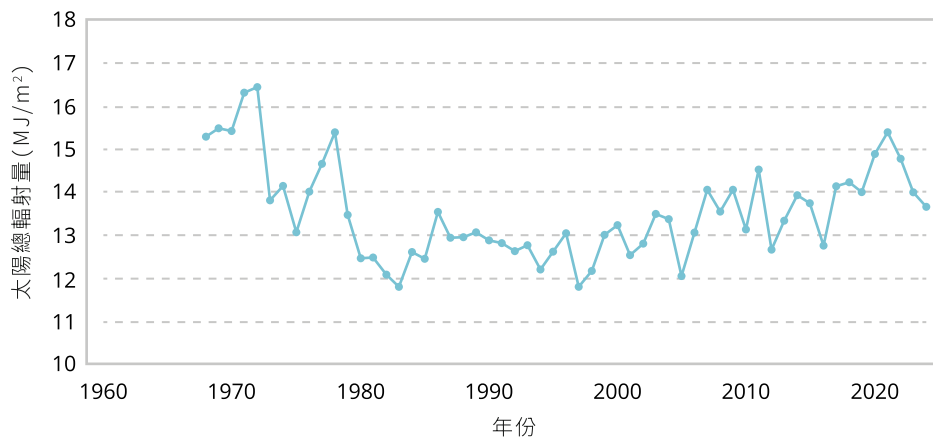


圖 9 在京士柏錄得的年平均日太陽總輻射量 (1968–2024)

來源：香港天文台

相對濕度受溫度及大氣的水汽含量影響。在大氣水汽含量相同的情況下，相對濕度隨著溫度的上升而下降。在日間，郊區的升溫較市區顯著，相對濕度較市區低；晚間郊區降溫較市區快，相對濕度較市區高。(圖 10)

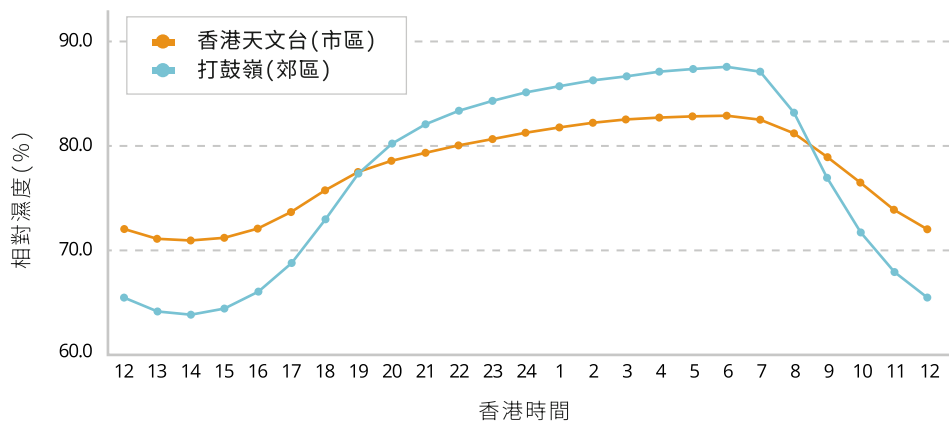


圖 10 香港天文台與打鼓嶺相對濕度平均日際變化 (1989–2024)

來源：香港天文台

相關資料



香港氣候變化—雲量、
太陽輻射量及蒸發量

城市熱島效應與全球暖化

城市發展會引致城市熱島效應，繼而使相關城市暖化。然而，城市熱島效應的影響只局限於城市，對全球溫度的影響有限。政府間氣候變化專門委員會 (IPCC) 《第六次評估報告》指出，城市熱島效應對全球陸地表面在過去百多年的升溫貢獻不超過百分之十。



2.4 紓緩城市熱島效應的方法

2.4.1 增加城市綠化

樹木有降溫的作用，樹蔭覆蓋地方的溫度比露天混凝土或瀝青的溫度低得多。圖 11a 熱成像上淺黃至橙色部分表示溫度較高，對應圖 11b 照片中直接被太陽直接照射的路面和建築物；淺藍至深藍部分表示溫度較低，對應有樹蔭遮蓋的地方；兩者溫度可相差 10°C 以上。因此，增加城市綠化比率可為行人提供更多樹蔭及較為清涼的環境。

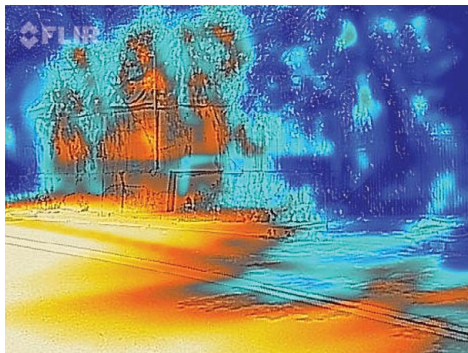


圖 11a 熱成像



圖 11b 照片

此外，增加城市的植被覆蓋，如綠化屋頂和建築物外牆，能提供遮蔭，降低地表溫度，同時透過植物的蒸散作用進行降溫。

2.4.2 改善建築物料

選用具有高反射率和高熱散發率的綠色建材，如在屋頂和外牆塗上白色或反光塗料、或在路面鋪上高透水性的鋪面材質，可大幅反射太陽輻射和增加地面的水分蒸發，減少地表的熱量吸收，能有效降低城市溫度。

2.4.3 改善城市規劃

城市規劃和設計非常重要，規劃時考慮建築物體積、高度、城市的透風度和綠化覆蓋率，例如擴闊建築物之間的距離，可減少「屏風效應」，加強自然通風及紓緩城市熱島效應。

3

微氣候

香港地方雖小，但不同地區的地理位置附近環境不一，加上當時的天氣情況等因素影響，某一位置的氣候特徵可跟周邊大範圍的有所不同。縱使在同一地區內，不同位置的溫度和濕度也可以有差異，我們稱之為微氣候。

微氣候是指一個小範圍內的獨特氣候狀況，主要受地形、風向、建築物坐向及密度等等多個因素影響。

其中比較突出的例子是市中心地區的馬路或高樓大廈的背風面，風力一般都會較弱，並且受到交通及建築物熱量等其他因素影響，該處變得侷促、熱力積聚而令氣溫偏高；而處於海邊或迎風的地方，氣溫則會相對較低（圖 12）。此外，城市建築物的物料、設計和密度亦會影響城市日夜氣溫的變化（圖 13）。



相關資料



智慧氣象：微氣候

微氣候 Microclimates

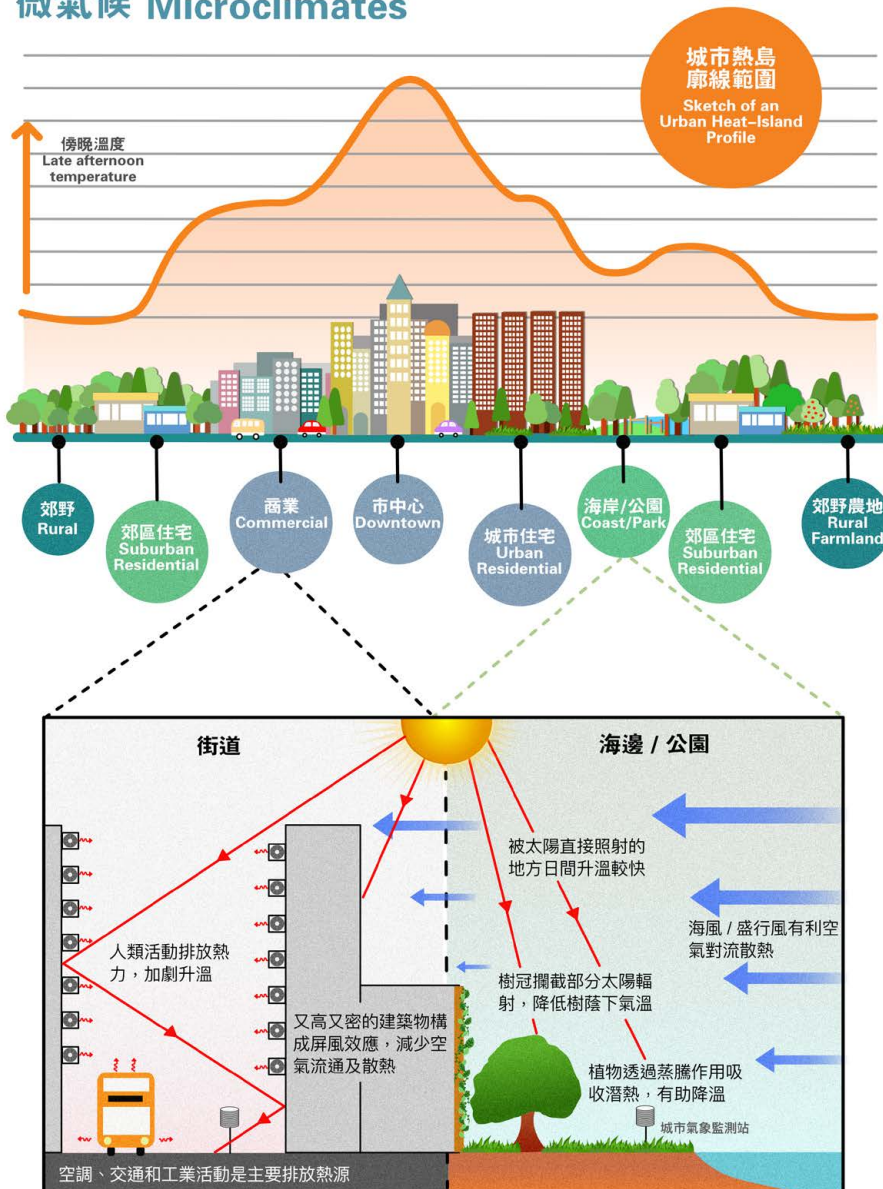


圖 12 城市熱島廓線簡圖（上）；環境因素及人為活動對微氣候的影響（下）
來源：香港天文台

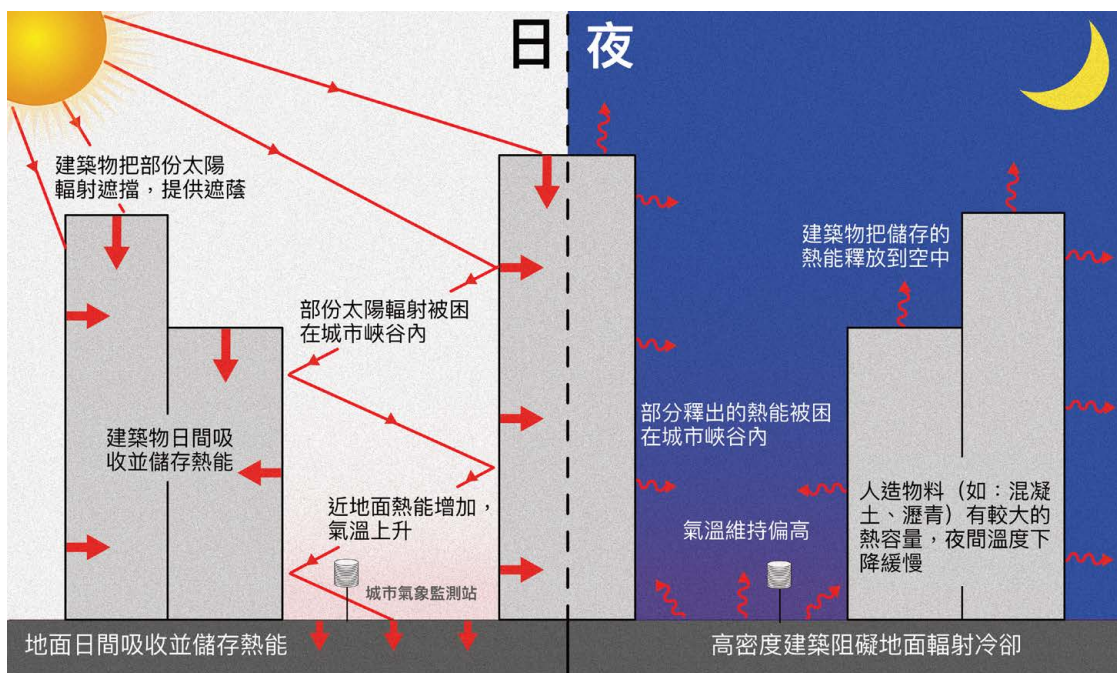


圖 13 建築物的物料和密度對城市氣溫日際變化的影響
來源：香港天文台

為進一步了解城市內的微氣候以增強天氣信息服務，天文台近年在各區設置多個城市氣象監測站。有別於設置在草坪上的傳統氣象站（例如：天文台總部的氣象觀測坪），城市氣象監測站處於非常接近城市建設及活動的位置（圖 14〔右〕）。



相關資料



香港及珠江三角洲區域
自動分區天氣預



圖 14 香港天文台「香港及珠江三角洲區域自動分區天氣預報」網頁 2022 年 7 月 28 日 11 時的截圖（左），顯示天文台總部氣象觀測坪、旺角和天星碼頭（尖沙咀）的城市氣象監測站（右）錄得的氣溫。
來源：香港天文台

城市氣象監測站能夠收集市民生活環境的微氣候數據。舉例，在 2022 年 7 月 28 日 11 時（圖 14〔左〕），位於油尖旺區的天文台總部氣象觀測坪和旺角城市氣象監測站錄得的氣溫竟然有高達 4°C 的差距。而 2022 年七月中至下旬本港持續晴朗酷熱，天文台總部及鄰近城市氣象監測站錄得的每小時平均氣溫時間序列，也顯示了溫度的日際變化規律有明顯差異（圖 15）。研究市區微氣候可提供都市氣候基礎資料，有助改善城市規劃。

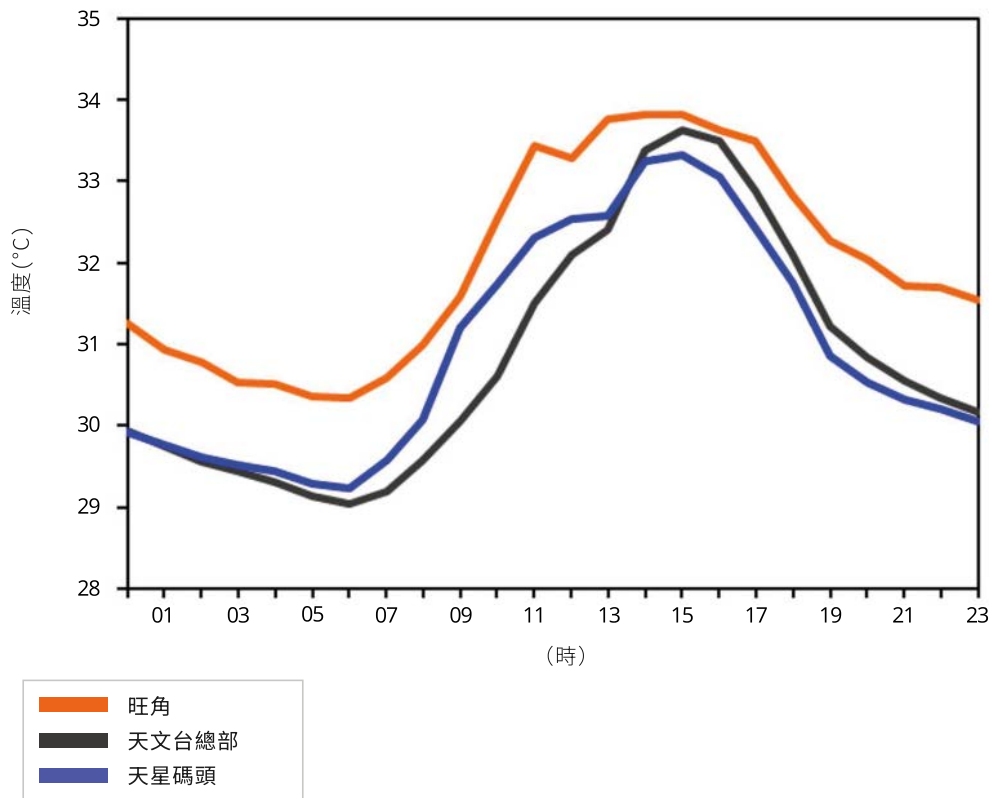


圖 15 各站點在 2022 年 7 月 9 至 31 日的每小時平均氣溫時間序列
來源：香港天文台

7.3 單元總結

香港的氣候變化又是怎樣呢？

1 香港的氣候變化

香港天文台自 1884 年以來進行氣象觀測，資料對氣候變化研究至關重要。

溫度上升

香港年平均溫度顯著上升，1885–2024 年期間每十年上升約 0.14°C ，尤其在二十世紀後期開始明顯加快。

極端天氣變化

過去百多年間，酷熱天氣日數和熱夜數目顯著增加，寒冷天氣日數則下降。極端降雨事件變得更加頻繁和強烈。香港天文台於 2023 年錄得的最高一小時雨量達 158.1 毫米。

海平面上升

維多利亞港的平均海平面高度有明確上升。1954–2024 年間，平均上升速度約為每十年 32 毫米。

2 城市發展的影響

 除全球暖化外，城市發展也影響一個城市的氣候。香港的氣候，如氣溫、風速、雨量和雲量等，亦受全球暖化和城市化影響。

3 微氣候

 香港不同地區因地理位置和環境不同，可以存在明顯的微氣候差異。城市氣象監測站收集微氣候數據，有助於改善城市規劃。

7.4 氣候變化怎樣影響我們？

本章節探討氣候變化對自然界物種及人類社會的影響，並簡要分析其對香港生物多樣性、市民健康和經濟等方面的影響。

1 對自然的影響

2 對人類的影響

3 對香港的影響

1

對自然的影響

氣候變化影響生態系統的微妙平衡。一些陸地、淡水和海洋物種會隨著氣候變化而改變其地理分布、季節活動、遷移模式、數量以及與其他物種的互動。未能快速適應氣候變化的物種數量會減少，甚或絕種。



1.1 物種的地域分布

假如物種無法適應更暖的環境，它們必須向較涼的區域遷移。陸地上的物種會遷往更高的緯度或更高海拔的地區，而海洋中的物種則會向更高的緯度或更深的海域遷移。例子：

a. 美國龍蝦往較高緯度的緬因灣遷移

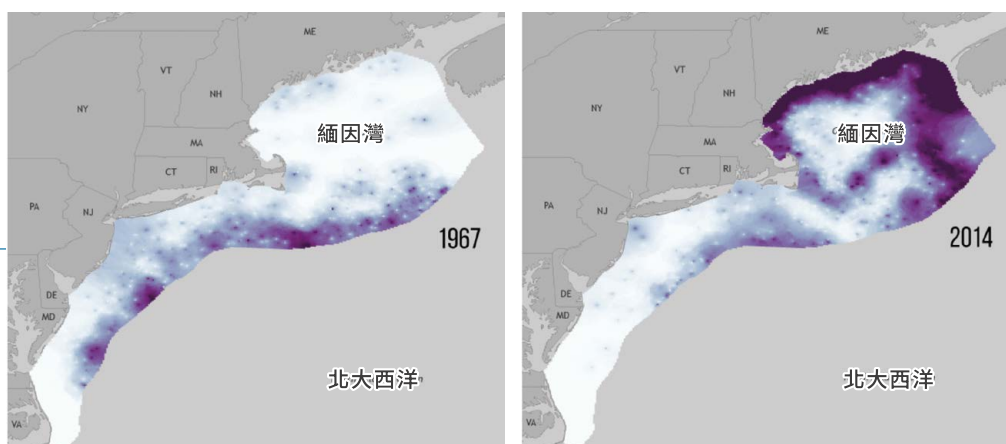


圖 1

捕獲龍蝦的數量

低

中

高

美國龍蝦分佈的改變

來源：美國國家海洋和大氣管理局

b. 北美洲中西部的草原氣候向北移入針葉林區域

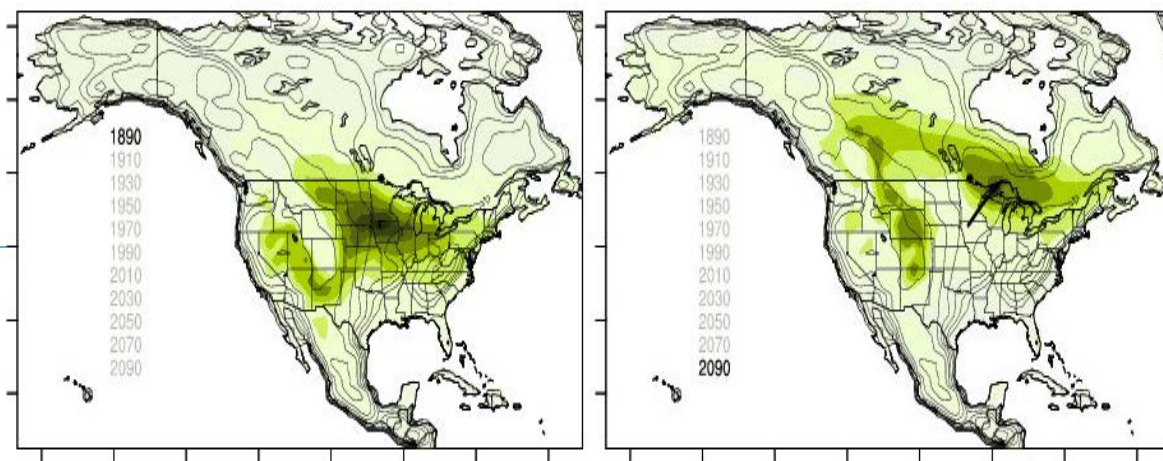


圖 2

氣候模式推算北美草原氣候遷移的區域

來源：Charles Koven, Lawrence Berkeley National Lab

c. 北美洲的動物（哺乳類、鳥類和兩棲類）往北遷移

圖 3

推算北美物種遷移的方向
來源：華盛頓大學



然而，對於一些生存環境受限制的物種，遷移未必是可行的選項。例如香港的棘胸蛙棲息於大帽山的高地山溪，氣候變暖可能令牠們無路可退。



圖 4 棲息於香港高山河溪的棘胸蛙
來源：陳錦江



1.2 物候

物候就是動植物與自然節候相互作用所呈現出來的規律現象。隨著時間的推移和季節的更替，生物的活動與氣候環境變化相互呼應，形成一種適應性的循環規律。

不過，氣候暖化會延長植物的生長季節，植物開花的時間也可能提早，若然植物傳粉者的出現時間沒有相應改變，便會影響植物的繁殖和傳粉者的食物來源。冬眠動物提前醒來且遇上食物供應不匹配時，同樣會面臨能量耗竭、飢餓死亡的風險，影響繁殖和度冬成功率，造成物種數量下跌。季節變化打亂了動植物之間的同步關係，有可能導致生態系統失衡。



圖 5 蟲媒授粉
來源：黃志俊

此外，氣候暖化使春季提前到來也會擾亂候鳥的遷移路線和時間表，而極端天氣增加對候鳥的影響也不容忽視。香港觀鳥會的記錄顯示，2025 年 3 月 31 日至 4 月 1 日，家燕過境的高鋒期遇上了遲來且持續兩天的寒冷天氣，加上 3 月香港天氣較正常乾燥及和暖，不利昆蟲生長繁殖，造成家燕的死亡數字，明顯比以往的紀錄高。候鳥於每程長途飛行均會消耗大量體力，因此，當候鳥旅途中遇上極端天氣和食物補給不足的機率增加，死亡率也相應增加。



圖 6 春季過境香港繁殖的家燕
來源：陳錦江



1.3 生境

生境是指一種生物生活和繁衍的環境。不論是陸地或海洋，氣候變化可以對物種生境造成直接或間接的破壞。例子：

a

一項研究顯示，在高溫室氣體排放情景下，到了 2100 年，幾乎所有北極熊種群的持續存在，將會因繁殖和存活率的急劇下降而面臨威脅，只有少數高緯度北極亞種群除外。



圖 7 成年北極熊與幼崽
來源：Pixabay

b

南極洲沿岸海域的海溫變暖，不利阿德利企鵝撫養幼鳥。有研究推算南極洲阿德利企鵝群落到本世紀末可能減少約六成。



圖 8 南極洲阿德利企鵝
來源：Jerzy Strzelecki

c

布蘭堡礁裸尾鼠的生境因海平面上升被淹浸，成為第一種因氣候變化而在大堡礁絕跡的哺乳動物。



圖 9 布蘭堡礁裸尾鼠
來源：Ian Bell © Queensland Government



相關資料



2025 年寒冷天氣對過境家燕的影響記錄



北極熊的生存條件受到影響

d

海水溫度上升會促使珊瑚把其組織內的共生藻驅走，珊瑚因而變白。白化中的珊瑚會變得脆弱而容易生病，甚至死亡。人類活動排放的二氧化碳有大約四分之一被海洋吸收，造成海洋酸化，影響珊瑚生長。珊瑚死亡會使大量海洋物種失去生境或覓食的地方，打亂海洋的食物鏈及生態系統。

2016 年至 2024 年間，澳洲大堡礁曾發生五次大規模珊瑚白化事件。根據 IPCC 《第六次評估報告》，如果全球暖化水平超過 1.5°C ，許多珊瑚礁將發生不可逆轉的變化。即使在低溫室氣體排放情景下，到本世紀中珊瑚礁仍面臨廣泛減少的風險。

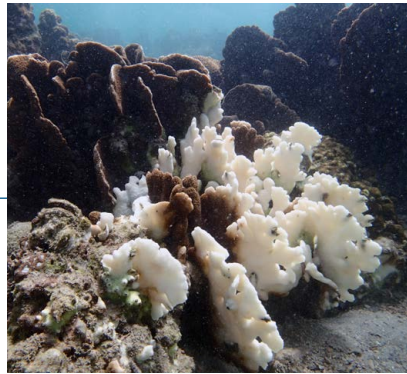


圖 10 珊瑚白化
來源：黃志俊



相關資料



海洋酸化和
含氧量下降



珊瑚白化



AR6 第三章：海洋和
沿海生態系統及其功能

e

濕地孕育大量物種，但海平面上升可能會淹沒濕地，摧毀這些物種的生境。

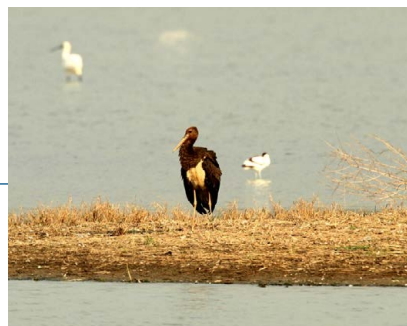


圖 11 濕地生境
來源：郭志泰

f

高溫 and 乾旱會提高野火發生的機會，有研究指出全球火險季節越來越長。假如樹林被燒毀，很多物種會失去生境。此外，森林可能會面對更高的蟲害風險。



圖 12 2025 年 1 月 9 日 NOAA 衛星拍攝的南加州野火影像
來源：美國國家海洋和大氣管理局

2 對人類的影響



2.1 健康

全球暖化使高溫天氣增多，熱浪（持續一段時間的異常高溫天氣）變得更頻繁、更強、更持久。高溫天氣會引發中暑或熱衰竭等健康問題，增加呼吸系統疾病及心腦血管疾病的發病率。

	事件	有關情況
a	2003 年歐洲熱浪	● 2003 年夏季歐洲溫度遠高於長期平均值，研究指出人為的氣候變化使該次熱浪出現的機會增加了超過一倍。 ● 是次熱浪導致乾旱及森林大火，許多主要河流的水位（例如萊茵河、多瑙河）跌至歷史低位，熱浪造成超過 70,000 人死亡。
b	2010 年俄羅斯熱浪	● 2010 年七月是莫斯科自 1880 年以來最熱的七月，研究指出人為的氣候變化使該次熱浪出現的機會增加了三倍。 ● 是次熱浪導致嚴重乾旱，損失約九百萬公頃農作物。此外，森林大火引致嚴重空氣污染。 ● 是次熱浪造成約 55,000 人死亡。
c	2021 年美國和加拿大熱浪	● 2021 年 6 月 26 日至 29 日期間，受近乎停留不動的高壓系統影響，美國太平洋西北地區和加拿大西部錄得破紀錄高溫。 ● 美國波特蘭市及西雅圖在 6 月 28 日分別錄得 46.7°C 及 42.2°C 的高溫。加拿大卡加利在 6 月 29 日更飆升至驚人的 49.6°C。 ● 在加拿大不列顛哥倫比亞省和艾伯塔省有近七百人因這次熱浪而死亡，而美國華盛頓州和俄勒岡州亦有近二百人因而喪生。
d	2022 年中國熱浪	● 2022 年 6 月 13 日至 8 月 30 日，中國中東部廣大地區經歷持續高溫天氣，持續時間達 79 天。重慶連續兩日最高氣溫達到 45°C。持續的高溫對農業生產、電力供應及人體健康均造成不利影響。期間，浙江、上海等南方多地用電量創新高。 ● 有研究以模型推算，估計 2022 年與中國熱浪相關的死亡人數可能高達 50,900 人。



相關資料



相關資料



相關資料



相關資料



氣候暖化有利某些病媒（例如蚊子）擴大活動範圍。有研究指出蚊子的地域分布會擴大到較高緯度地區（例如美國、歐洲）及較高海拔地區，增加傳播熱帶疾病的風險。2024 年登革熱病的例數顯著增加，人為氣候變化是其中一個原因。此外，細菌亦變得更活躍，威脅人類健康。

全球暖化可能會為寒冷地區帶來一些正面影響，隨著冬季的寒冷天氣普遍減少，嚴寒引發的健康問題也相應減少。但是，有研究指出在碳排放毫無減緩的情景下，較暖和較窮的地區會不成比例地受到較多負面影響。



2.2 漁農業生產

根據 IPCC《第六次評估報告》，人為暖化在過去 50 年減慢了中低緯度地區農業生產力的增長。海洋暖化和酸化對一些野生魚群及水產養殖造成了不利的影響。氣候相關的極端事件引致食物供應減少及食品價格上升。未來，氣候變化對陸地或水產食品生產的影響將越趨負面，儘管某些地區在短期內或許能夠受益。此外，氣候變化將對食品安全產生負面影響。



相關資料



警報！氣候變化
危害健康



氣候變化已損害
全球數百萬人健康



致命熱浪可以影響
全球七成以上的人口



登革熱：當前和
未來健康的威脅



AR6 第五章：食物、
纖維和其他生態系統
產品



2.3 沿岸地區受海水淹浸的風險

全球很多人口稠密的城市都位於沿岸地區，海平面上升不但增加了城市受海水淹浸的風險，同時加劇了風暴潮的威脅。此外，一些島國如印度洋的馬爾代夫及太平洋的圖瓦盧和吉里巴斯，也正面臨被淹沒的威脅。颶風伊恩於 2022 年 9 月末吹襲美國，造成嚴重破壞，特別是在佛羅里達州。它在佛羅里達州西南海岸引發了災難性的風暴潮，最高達地面以上 10 至 15 英尺。該颶風在美國直接和間接引致 66 人和 90 人死亡，估計造成了 1,129 億美元的損失，數以萬計的建築物受影響，其中許多被摧毀，同時美國超過 900 萬人因為伊恩失去了電力供應。



相關資料



美國國家颶風中心熱帶
氣旋報告：颶風伊恩

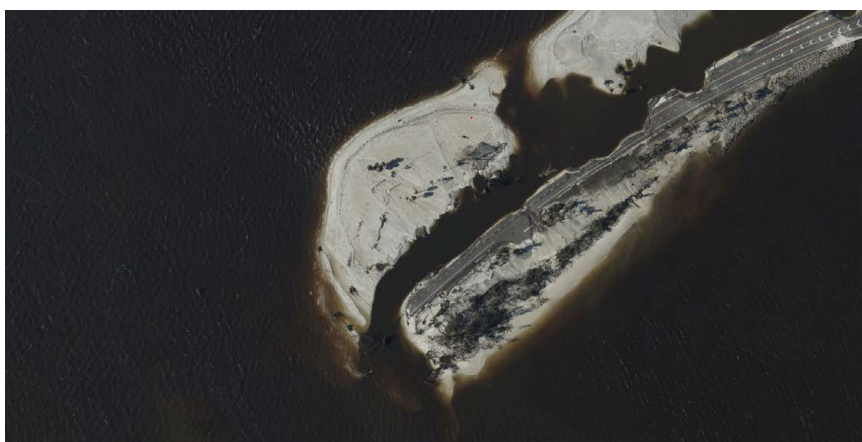
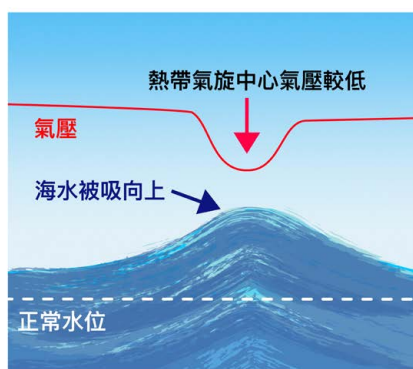
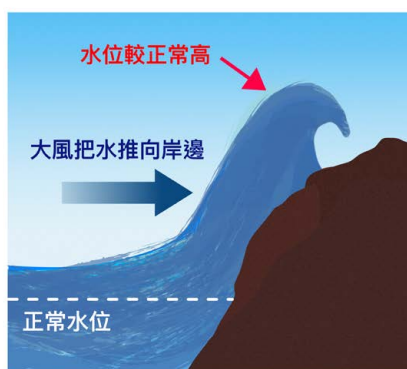


圖 13 颶風伊恩災後破壞評估之航空影像 (2022 年 9 月 29 日)

來源：美國國家海洋和大氣管理局



氣壓的影響



強風的影響

圖 14 風暴潮的形成

甚麼是風暴潮？

風暴潮是由於熱帶氣旋中心氣壓較低及其強風的共同影響，導致海平面上升的現象。



相關資料



【注意山竹】
《颶風災害：風暴潮》



2.4 水資源

部分地區降水減少及蒸發量增加可使湖泊面積減少及河流流量下降，減少淡水資源。氣候暖化會加速冰川及冰冠的融化，淡水供應可能會短暫增加，但當冰川及冰冠完全融化而得不到補充，缺水問題便會馬上浮現。

隨著海平面上升，海水會倒灌入河流下游或侵入地下水，使淡水的鹽度增加，變得不宜飲用和灌溉。



相關資料



滴水難求



圖 15a 1904 年的阿拉帕霍冰川
來源：美國國家冰雪數據中心



圖 15b 2021 年的阿拉帕霍冰川
來源：美國國家冰雪數據中心



2.5 基礎建設及運輸

極端天氣可能破壞城市的基礎建設，包括建築物、運輸網絡、供電及通訊設施等等，影響社會的正常運作，甚至造成經濟損失。建設在多年凍土層上的房屋及基礎建設可能因凍土層融化而損毀。

北極海冰減少會為航運帶來便利，但同時會引致更多人類活動及開採資源，尤其是化石燃料，最終造成更多環境污染及增加溫室氣體排放。



2.6 能源供應

無論是水力發電或熱電式發電（例如燃煤、核電）都必須倚賴充足的水資源（例如河流），電力生產因而受氣候變化影響。另外，熱電式發電設施需要以水降溫，因此水溫也會影響電力產量。

IPCC《第六次評估報告》指出，因乾旱、河流水流變化及水溫上升，氣候變化已對水力發電和熱電發電產生負面影響。推算未來，熱電發電容量將會減少；雖然推算全球水力發電產量將會增加，但地區差異顯著。例如，在地中海歐洲地區，若暖化達 3°C，水力發電潛力預計將下降多達 40%。



2.7 旅遊業

一些旅遊熱點因氣候變化而遭破壞，例如澳洲大堡礁的珊瑚白化及死亡；而海平面上升可能會進一步破壞一些島國的旅遊設施。



相關資料



AR6 第四章：水



全球珊瑚礁遭受有紀錄以來最大規模的白化



2.8 國家安全

氣候變化亦關係到國家安全。

根據《中華人民共和國國家安全法》，國家安全涵蓋糧食安全、生態安全和極地安全等重點領域。糧食安全是國家安全的重要基石，是最重要的民生問題。氣候變化加劇熱浪和暴雨等極端天氣事件，威脅糧食生產的穩定性與品質。生態安全包括水源、土地、大氣、生物物種安全等方面。氣候變化干擾水資源的供應和需求，改變物候和生境，破壞生態系統的平衡，威脅生物多樣性，增加生態風險。此外，極地作為全球環境和生物變化研究的前沿陣地，受到全球暖化的顯著影響，氣溫上升及冰雪加速融化威脅當地環境和生態。



相關資料



國家安全的
二十個重點領域



圖 16

總體國家安全觀

來源：香港政府「全民國家安全教育日」

氣候移民

很多研究發現極端天氣事件與國內和國際移民有顯著關聯。

世界銀行的報告顯示，到了 2050 年，氣候影響可能導致 190 萬摩洛哥人從農村遷移到城市中心。氣候驅使的移民也減少了加勒比海國家的勞動力，而這些國家的移民率本來就很高。



相關資料



各行業與地區的主要風險



世界銀行報告

3 對香港的影響

香港觀測到的氣候趨勢與全球的趨勢基本一致。至於香港未來的氣候，香港天文台利用 IPCC《第六次評估報告》的電腦氣候模式數據，在包括很低、低、中等、高及很高溫室氣體排放情景下進行推算。

結果顯示，在中等溫室氣體排放情景下，香港每年熱夜數目和酷熱日數，都會顯著增加；而在很高溫室氣體排放情景下，更分別會達到 167 日及 152 日。另一方面，不論是哪個溫室氣體排放情景，在本世紀餘下時間，年極端降雨的雨量 and 日數、以及平均降雨強度，都會增多，同時香港的海平面亦將會繼續上升。(圖 17)

	溫度		降雨				海平面
	每年熱夜數目 (日)	每年酷熱天氣日數 (日)	年最高日雨量 ⁺	年最高連續 5 日雨量 ⁺	年極端降雨日數 ⁺ (日)	平均降雨強度 ^{##} (毫米/日)	年平均海平面 ⁺
實況觀測 (1995-2014)	21	14	203 毫米	382 毫米	4.3	23.8	1.45 米
情景推算	推算平均值						推算中位數
很高溫室氣體排放情景下的推算 (2081-2100)	167	152	增加 28.1%	增加 27.3%	6.0	28.3	增加 0.78 米 [#]
中等溫室氣體排放情景下的推算 (2081-2100)	117	95	增加 16%	增加 14.2%	5.3	26.4	增加 0.56 米 [#]

圖 17 香港的未來氣候
來源：香港天文台

+ 推算值為相對於 1995-2014 年平均的變化
推算 2100 年的情況
年雨量除以降雨日數
* 日雨量 ≥ 100 毫米

隨著氣候變暖，熱帶氣旋的平均強度和相關降雨將會增加。根據香港天文台自 1884 年有紀錄以來，在 2023 年 9 月 7 日至 8 日錄得了最高的一小時、兩小時及十二小時雨量記錄，起因是香港及珠江三角洲地區受到強颱風「海葵」殘餘環流帶來的活躍西南季風及廣闊低壓槽影響，引發極端降雨，導致廣泛地區嚴重水浸、山泥傾瀉、交通癱瘓等情況，對社會造成重大破壞。

在全球暖化的背景下，極端天氣會愈趨頻密，香港也不能倖免，更強的熱帶氣旋還會帶來更大的破壞力，加上海平面上升，風暴潮的威脅亦將會更大。



圖 18 2023 年 9 月 8 日黃大仙地區的情況
來源：商台新聞



相關資料



超強颱風山竹



超強颱風天鴿



超強颱風杜蘇芮



超強颱風蘇拉

氣候變化對香港生物多樣性、市民健康、能源供應、經濟及基礎設施等也有影響。

對自然的影響

生物多樣性

溫度上升和更頻繁的極端天氣加重對山林和淡水生態系統的壓力；海平面上升令珊瑚礁和紅樹林等潮間帶生境消失；物種分布及遷移模式也因氣候變化而改變。



圖 19

溫度上升影響香港瘰螈的繁殖
來源：可觀自然教育中心暨天文館

對市民的影響

人體健康	食物及水資源	能源供應
慢性健康問題惡化；熱衰竭、中暑和哮喘發作的風險上升；意外和緊急情況增加；傳染病的傳播模式改變。	更頻繁的極端天氣令本地農產減少；氣候暖化令水資源需求上升。此外，假如世界各地的糧食產地受極端天氣或乾旱影響，食供應會減少，更可能觸發食品價格急升。	氣候變暖令降溫及相應的能源需求上升，增加供電系統的負荷，出現電力負荷超載和供電中斷；更頻繁的極端天氣可增加電纜及其他供電設施受損的風險。
經濟	基礎設施	
因極端天氣的相關破壞導致維修及保險成本上升，保險業須承受更高的極端天氣風險。	更頻繁的極端降雨會令水浸和山泥傾瀉的風險增加，可能損壞建築地基、公共電纜及道路等設施；海平面上升增加了沿岸地區設施（特別是地下設施）受風暴潮淹浸的威脅。	

7.4 單元總結

氣候變化怎樣影響我們？

1 對自然的影響

生態系統變化及生境破壞

氣候變化導致生境直接或間接受到損害，如北極熊和阿德利企鵝的生存受到威脅。此外，濕地和珊瑚礁也受氣候變化影響。

物種遷移

物種需向更涼的區域遷移，但對於生存環境受限的物種，如香港的棘胸蛙，遷移幾乎不可行。

物候變化

植物和動物的行為與季節的變化不再同步，影響繁殖和食物鏈。

2 對人類的影響

健康

高溫天氣增多會加劇中暑或熱衰竭、呼吸系統和心血管疾病，以及一些傳染病等健康問題的風險。

漁農業

人為暖化減慢了中低緯度地區農業生產力的增長。氣候相關的極端事件引致食物供應減少。

海岸風險

海平面上升增加沿海城市受淹的風險，影響經濟和基礎設施。

水資源

部分地區降水減少、蒸發增加、冰川及冰冠融化和海水倒灌都會影響淡水資源。

基礎設施及運輸

極端天氣損害城市基礎設施及運輸系統。

能源供應

氣候變化影響電力生產和需求。

旅遊業

氣候變化破壞一些旅遊熱點。

國家安全

氣候變化亦關係到國家安全，包括糧食安全和生態安全。

3 對香港的影響

 香港的氣候趨勢與全球一致，預計未來每年熱夜數目和酷熱日數將顯著增加，極端降雨增多，海平面將持續上升。

 更強的熱帶氣旋和相關降雨，以及風暴潮將對香港造成更大威脅。

7.5 我們可以怎樣應對氣候變化帶來的影響？

本章節簡介國際社會聯手應對氣候變化的行動，包括《京都議定書》和《巴黎協定》兩份國際協議，並介紹減緩、適應及應變這三方面的工作內容，以及個人行為如何支持應對氣候變化的行動。

1 國際合作

2 政府行動

3 個人行為

1

國際合作

世界氣象組織 (WMO) 及聯合國環境規劃署 (UNEP) 在 1988 年共同成立政府間氣候變化專門委員會 (IPCC)，定期審視全球最新、與氣候變化有關的文獻，並編寫報告，為世界提供清晰的科學觀點和客觀資料，包括氣候變化的科學基礎和成因，氣候變化對環境、社會和經濟的潛在影響，以及應對這些影響的適應和減緩方案。

1992 年聯合國於里約熱內盧召開地球峰會，各國通過《聯合國氣候變化框架公約》(UNFCCC)。這是一項國際環境條約，目的是將大氣中溫室氣體濃度穩定在一個水平，以防止人類活動對氣候系統造成危險的干擾。為實現此目標，聯合國於 1997 年及 2015 年分別制定了兩項重要的國際協議：《京都議定書》和《巴黎協定》。



1.1 《京都議定書》

1997 年的《聯合國氣候變化框架公約》第三次締約方會議 (COP3) 在日本京都舉行，《京都議定書》在會上獲得通過，但直至 2005 年才生效。

1.1.1 內容

《京都議定書》確立了「共同但有區別的責任」的原則，即應對氣候變化是所有國家的共同責任，但由於較發達國家在過去百多年的工業活動是造成現今溫室氣體處於高濃度水平的主要原因，所以較發達國家應該比欠發達國家承擔更大的減排責任。談判採用由上而下的方式進行，通過各國的協商，制定較發達國家的減排目標。由於各國政府要考慮自身的情況和經濟利益，執行協議的難度可想而知。

《京都議定書》的減排承諾期為 2008 至 2012 年，歐盟及 37 個較發達國家承諾在 2008 至 2012 年間將溫室氣體排放量整體減少 5% 或以上，以 1990 年水平為基準。

其後 2012 年在多哈舉行的《聯合國氣候變化框架公約》第十八次締約方會議 (COP18) 上，對《議定書》進行修正並獲得通過，把 2013 至 2020 年訂立為第二個減排承諾期，參與減排的締約方承諾將溫室氣體排放量減少 18% 或以上，以 1990 年水平為基準。《多哈修正案》於 2020 年 12 月 31 日生效。



相關資料



甚麼是
《京都議定書》？

1.1.2 成效

有批評質疑《京都議定書》的成效，指部分較發達國家的參與度不足，例如美國在 2001 年表示無意執行《議定書》，加拿大亦於 2012 年正式退出。日本、俄羅斯和紐西蘭選擇不參與《多哈修正案》的新減排目標。

整體來說，在 2008 至 2012 年第一承諾期內，有些較發達國家成功實現減排目標，有些卻未能做到。亦有批評指「共同但有區別的責任」的原則讓欠發達國家無須承擔減排責任，它們增加的排放量抵消了較發達國家的減排成效。

締約方 (部份)	第一承諾期減排百分比 (相對 1990 年水平)	實際結果 (2008 至 2012 年平均)	達標
歐盟 (15 個國家)	-8%	-18%	✓
日本	-6%	+4%	✗
加拿大	-6%	+24%	✗
克羅地亞	-5%	-15%	✓
新西蘭	0%	+38%	✗
俄國	0%	-50%	✓

而將 2013 至 2020 年第二承諾期的結果與 1990 年相比，參與的發達國家平均年排放量減少了 22%。歐盟的平均排放量減少了 23%，當中有九個歐盟成員國和英國較 1990 年水平減排超過 30%，但亦有七個國家的年平均排放量有所增加。



1.2 《巴黎協定》

2015 年的《聯合國氣候變化框架公約》第二十一次締約方會議（COP21）在法國巴黎舉行，《巴黎協定》在會上獲得通過。

1.2.1 內容

《巴黎協定》的主要目標是把全球平均溫度到本世紀末的升幅控制在遠低於 2°C（相對於工業化前水平），並致力將溫度升幅限制在 1.5°C 之內，使世界能避免氣候變化帶來的危險影響。《協定》於 2016 年 11 月生效，截至 2025 年 3 月 11 日為止已獲得 195 個締約方確認。

有別於《京都議定書》，《巴黎協定》的談判採用由下而上的方式進行，各國根據各自的情況來制定「國家自主貢獻」，其主要內容為溫室氣體減排目標和時間表。各國每 5 年檢視進展及更新「國家自主貢獻」，新的減排目標要比上一次更進取，由於減排目標是由各國自主決定，執行協議的難度自然降低。

1.2.2 成效

締約方（部份）	「國家自主貢獻」的減排目標
中國	二氧化碳的排放力爭於 2030 年前達到峰值，並努力爭取 2060 年前實現碳中和。到 2030 年，單位國內生產總值二氧化碳排放將比 2005 年下降 65% 以上。
日本	2035 年及 2040 年財政年度的溫室氣體排放分別較 2013 年財政年度水平低 60% 及 73%。
歐盟	2030 年的溫室氣體排放較 1990 年水平低至少 55%。
印度	2030 年的碳強度較 2005 年水平低 45%。



1.3 《京都議定書》與《巴黎協定》的比較

《京都議定書》	《巴黎協定》
流程： ▼ 1997 年 12 月通過 ▼ 2005 年生效 ▼ 2008 — 2012 年第一承諾期 ▼ 2013 — 2020 年第二承諾期 ▼ 2020 年到期	流程： ▼ 2015 年 12 月通過 ▼ 2016 年 11 月生效
談判： ● 由上而下的方式進行	談判： ● 由下而上的方式進行
策略： ● 參與國家之間討論和協商各國的減排量。	策略： ● 各國按各自情況制訂「國家自主貢獻」，主要內容為溫室氣體減排目標和時間表。
目標： ● 第一承諾期：歐盟及 37 個較發達國家在 2008 至 2012 年間將溫室氣體排放量整體減少 5% 或以上，以 1990 年水平為基準。 ● 第二承諾期：參與減排的締約方在 2013 至 2020 年間將溫室氣體排放量減少 18% 或以上，以 1990 年水平為基準。	目標： ● 把全球平均溫度升幅控制在遠低於 2°C（相對於工業化前水平），並努力將溫度升幅限制在 1.5°C 之內，使世界能避免氣候變化帶來的危險影響。 ● 各國每 5 年檢視進展及更新「國家自主貢獻」，新的減排目標要較上一次更進取。

《IPCC 全球升溫 1.5°C 特別報告》(SR15)

2018 年 10 月，IPCC 發表了有關全球升溫 1.5°C 的特別報告，以回應巴黎聯合國氣候變化大會 (COP21) 其中一項決議。《特別報告》向決策者發出急切呼籲，要在社會各層面推動快速、深遠及前所未有的變更，方可把全球變暖限制在 1.5°C 之內。《特別報告》清楚說明，與 2°C 相比，把全球變暖限制在 1.5°C 之內有多個好處，例如：

- 1** 一個較慢的海平面上升速度，使小島嶼、低窪沿岸地區和三角洲的人類及生態系統有較大機會適應；
- 2** 對陸地、淡水和沿岸生態系統的衝擊較低，有助保留更多它們提供給人類的服務；
- 3** 較低的海洋變暖和酸化，從而降低對海洋生物多樣性和生態系統的風險；
- 4** 在健康、糧食供應、水資源、人類安全及經濟增長方面，與氣候相關的風險較低；和
- 5** 較少的適應需要。

人類活動已經使全球溫度較工業化前水平上升約 1°C，其後果正透過更多極端天氣、海平面上升和北極海冰減少展現出來。要把全球升溫限制在 1.5°C 之內，人為的碳排放須要在 2030 年前減少約 40% (以 2010 年水平為基準)，並在 2050 年達至零淨排放。現時在《巴黎協定》下各國的減排承諾並不足以達至這個目標，全球碳排放必須在遠早於 2030 年前開始減少，目標才有可能實現。根據各國於《巴黎協定》承諾的「國家自主貢獻」溫室氣體減排目標估計，本世紀末全球溫度較有可能上升約 3°C[#]。

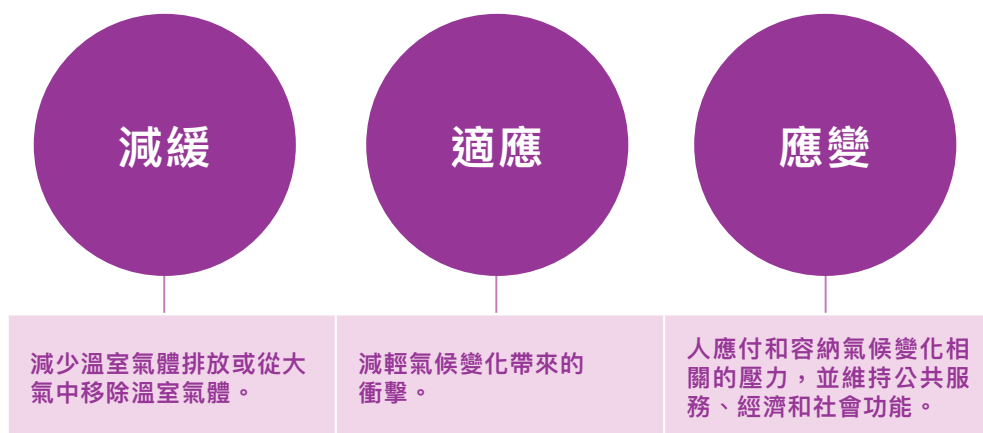
《特別報告》編製時的數據

2

政府行動

各國須要按其「國家自主貢獻」的減排承諾，實施減排措施以減緩氣候變化，同時亦要為氣候變化做好準備，適應氣候變化帶來的衝擊和加強應變能力。

應對氣候變化的三大工作：



2.1 減緩

減緩的措施可以包括下列各項：

2.1.1 使用再生能源代替化石燃料

減少使用化石燃料，增加太陽能、風能、水力發電等再生能源的比例。

2.1.2 提高能源效率

提高使用能源的效益，例如使用更省電的電器、更省燃料的汽車，建築物內使用智能省電設施等。

2.1.3 改善運輸系統

鼓勵公眾使用公共交通工具、自行車或步行，推廣使用電能或混能動力汽車。

2.1.4 改善廢物管理

發展轉廢為能技術，既可有效處理城市廢物，亦可減少對化石燃料的依賴。

2.1.5 植林及城市綠化

種植樹木可以增加碳匯，綠色屋頂或垂直綠化建築物可以產生冷卻效果，以降低空調的能源消耗，亦可減少建築物表面吸熱以紓緩城市熱島效應。

2.1.6 碳捕捉和儲存

科學家正研究捕捉大氣中二氧化碳，並把它長時間存放在地下或深海中，或與生物結合儲存。但大部分的技術仍處於發展初階，未能大規模應用。



圖1 垂直綠化建築物



圖2 太陽能板



圖3 水力發電堤壩

來源：American Public Power Association



2.2 適應

適應的措施可以包括下列各項：

2.2.1 海岸和排水工程

a. 海岸保護結構

加高海牆或建造水閘以抵禦風暴帶來的極端水位。

b. 活化河道

提升河道的排洪能力。

c. 規劃排水系統

按防洪策略設計新排水系統及改善現有系統；保持排水系統狀況良好和進行預防性維修。



圖4 日本的海岸保護措施

來源：Pekachu

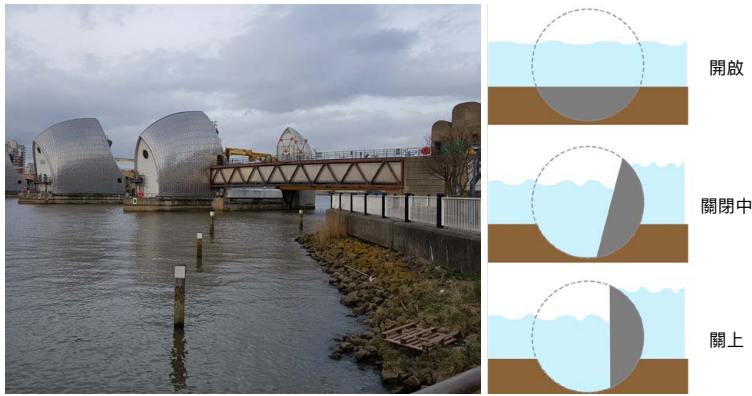


圖 5 英國泰晤士河水閘及其運作原理
來源：Kleon3

2.2.2 房屋設計

高反射建築材料可反射更多陽光，減少建築物吸熱；防洪房屋或漂浮房屋可減少人命和財產損失。



圖 6 防洪房屋
來源：Infrogmation

2.2.3 土地利用規劃

合適的土地規劃可以令重要的基礎建設，例如醫院，避開高風險區域包括岸邊、斜坡等。

在高風險區域應建立緩衝區，如公園，海濱長廊等，以代替高密度發展。活化河道和天台綠化等措施可有效紓緩城市熱島效應。

2.2.4 糧食供應

開發具有較強抗高溫、抗旱能力的新農作物品種。



相關資料



The Future is Ours



漂浮房屋



2.3 應變

加強應變能力有助應對氣候變化帶來的壓力。下表是美國國家海洋及大氣管理局 (NOAA) 建議加強應變能力的步驟：

加強應變能力的五個步驟		執行例子：美國休斯頓（圖 7）
I. 探索氣候危機 ▼ ▼ ▼ ▼ ▼	- 組成工作小組 - 調查該地區曾面對及將來可能面對的極端天氣 - 列出所有可能受影響的「資產」，包括人、資源、生態系統、基礎設施等	- 美國休斯頓面對極端降雨及風暴潮引致的海水淹浸問題 - 預計未來極端降雨會變得更頻繁，風暴潮威脅會增加
II. 評估脆弱程度和風險 ▼ ▼ ▼	- 確定哪些資產會受極端天氣影響 - 評估資產的脆弱程度	工作小組特別關注休斯頓的石油化工行業及太空中心 Johnson Space Centre
III. 準備應變策略 ▼ ▼ ▼	- 考慮各個應變方案 - 參考其他個案 - 確定哪些方案是可行的	工作小組與多個政府部門合作編制氣候數據，運用多項增強應變能力的工具進行分析和研究
IV. 評量和計劃 ▼ ▼ ▼	- 計算各方案的成本、利弊及各部門的應變能力 - 選出最佳方案	基於研究結果製作了「氣候變化應變網站」，製訂了 9 項指引
V. 採取行動	- 採取行動 - 取得大眾支持 - 監察成效，作出適當改動	向公眾提供相關資訊 繼續豐富氣候變化應變網站的資料



圖 7 美國休斯頓面對極端降雨及風暴潮引致的海水淹浸問題
來源：Michael Slaten



相關資料



氣候變化應變網站



2.4 案例研究：香港（城市層面）

圖 8 顯示香港在減緩全球暖化方面取得的成效。在 2023 年，香港的溫室氣體排放總量約為 3,450 萬公噸二氧化碳當量，較 2005 年《京都議定書》生效那一年下降約 20%，較 2014 年香港的排放峰值下降約四分之一；同年的人均溫室氣體排放量約為 4.58 公噸二氧化碳當量，是自 1990 年以來的新低，比 2005 年及 2014 年下降近三成。至於本地溫室氣體的主要排放源仍然來自於發電，同年佔整體排放量約 61%；其他主要排放源為運輸及廢物處理，分別佔 18% 及 8%。

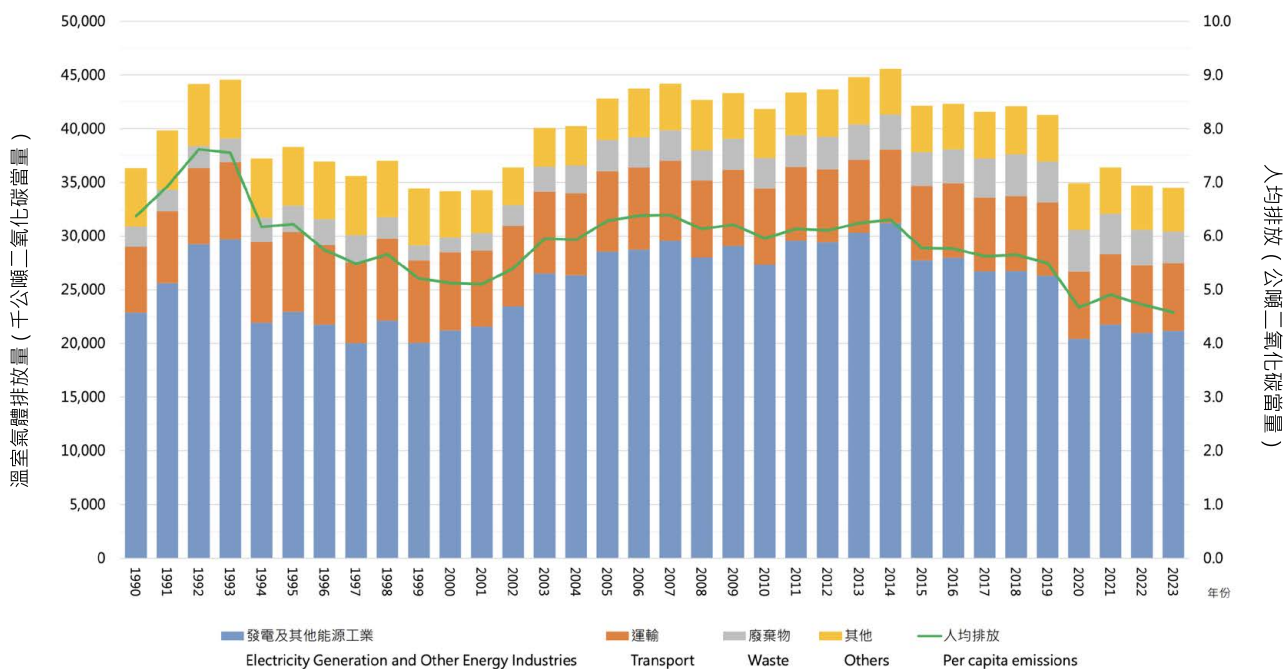


圖 8 香港溫室氣體排放趨勢和碳排放源

來源：碳中和及可持續發展，香港特區政府



相關資料



香港溫室氣體排放量



香港的溫室氣體排放量
及碳強度



溫室氣體排放量較峰值
降四分之一



香港邁向碳中和

香港作為中國的一部分，對《巴黎協定》負有責任。為此，香港特區政府致力爭取 2050 年前實現碳中和的目標，並成立氣候變化及碳中和督導委員會，制訂整體策略。《香港氣候行動藍圖 2050》已定下更進取的減碳排放策略和措施，並加強減碳中期目標，力爭在 2035 年前把香港的碳排放量從 2005 年的水平減半。為了實現這一目標及應對氣候變化，香港亦從減碳、適應和應變三方面著手。

2.4.1 減碳

近年，政府調撥眾多資源推行各項減碳措施，兩間電力公司亦投資於減碳項目。

a. 淨零發電

2035 年或之前不再使用煤作日常發電，增加可再生能源在發電燃料組合中的比例至 7.5% –10%，往後提升至 15%；並試驗使用新能源和加強與鄰近區域合作，長遠達至 2050 年前淨零發電的目標。

b. 節能綠建

通過推廣綠色建築、提高建築物能源效益和加強實行低碳生活，減少建築物的整體用電量。目標是在 2050 年或之前，商業樓宇用電量較 2015 年減少三至四成，以及住宅樓宇用電量減少兩至三成；並在 2035 年或之前能達到以上目標的一半。

c. 綠色運輸

通過推動車輛和渡輪電動化、發展新能源交通工具及改善交通管理措施，長遠達至 2050 年前車輛零排放和運輸界別零碳排放的目標。政府會在 2035 年或之前停止新登記燃油和混合動力私家車，亦於推廣電動巴士及商用車輛的同時，計劃與專營巴士公司及其他持份者合作，試行氫燃料電池巴士及重型車輛。

d. 全民減廢

為實現 2050 年前廢物處理達至碳中和的目標，政府會致力在 2035 年或之前發展足夠的轉廢為能設施，以擺脫依賴堆填區處理生活垃圾。

2.4.2 適應及應變

a. 強化基建設施

- 成立氣候變化基建工作小組
- 更新各種基建設施的設計標準
- 進行強化基建設施的研究

b. 應對海平面上升及保護海岸

- 進行風暴潮和風浪，以及海岸管理的研究
- 制訂沿岸管理及改善措施

c. 應對極端暴雨及熱帶氣旋

- 推行合適的防洪和排水管理措施(圖 9)
- 進行水塘間轉運隧道計劃
- 提升斜坡安全
- 加強鐵路和道路基建的防洪及排水能力

d. 應對極端乾旱及保障供水

- 控制食水需求增長
- 利用多元化的水資源提升食水供應的應變能力



圖 9 大坑東蓄洪池能減輕暴雨期間其下游雨水排放系統的負擔

來源：Dr. T.C. Lee



圖 10

應對酷熱天氣的建築設計例子：
噴水池內水的蒸發會帶走熱量，
形成自然的冷卻效果

e. 應對酷熱天氣

- 優化建築設計 (圖 10)
- 推動城市林務

f. 天災應變計劃

- 政務司司長主持跨部門督導委員會處理大規模天災
- 有需要時，啟動「緊急事故監察及支援中心」作全方位應變
- 定期舉行不同形式的演習

g. 警告和監測

- 緊急情況下通過緊急警示系統發出訊息，提醒大眾採取應變措施
- 天文台密切監察惡劣天氣和風暴潮情況，需要時發出有關警告和訊息 (圖 11)
- 監察全港不同地點水位等數據，快速分析水浸情況

h. 運輸系統

- 更新應變方案，處理大型運輸基建的緊急情況
- 發生緊急事故時，運輸署「緊急事故交通協調中心」啟動應變方案

i. 提高社區對氣候變化的認識

- 政府與商業、專業、學術和社區機構合作，組織與氣候變化的相關活動
- 天文台研究並就香港的氣候變化影響作出長遠推算，並透過其網站提供有關資料
- 天文台亦定期舉辦學校及公開講座，以及其他公眾教育活動，加深大眾對氣候變化的了解 (圖 12)



圖 11

天文台天氣雷達 24 小時全天候為市民提供監測暴雨及熱帶氣旋等熱惡劣天氣
來源：香港天文台



圖 12

天文台透過開放日等公眾教育活動加深大眾對氣候變化的了解
來源：香港天文台

相關資料



政府公布《香港氣候行動藍圖 2050》



施政報告環境及生態局的
施政措施立法會環境
事務委員會 @2022 年
10 月 31 日



香港氣候行動藍圖
2050



港島西雨水排放隧道



沿岸改善措施

3

個人行為

人類在氣候變化所扮演的角色是無庸置疑的，故此社會上每一個人對減緩氣候變化的影響都有不可推卸的責任。儘管各國政府在《巴黎協定》作出承諾，但最終還是有賴我們作為地球公民透過改變心態、生活模式和消費行為來實踐目標。

低碳生活小貼士

你能做些甚麼來幫助應對氣候變化？

下面提供一些貼士，幫助我們實踐低碳生活，減少溫室氣體排放：



(資料來源：香港邁向碳中和，香港特區政府)



3.1 衣

- 3.1.1 選購 1 級能源標籤的洗衣機
- 3.1.2 選購容量適合你家庭需要的洗衣機
- 3.1.3 儲存足夠衣物才開洗衣機
- 3.1.4 使用室溫水及快速洗衣程式，慳電又省時間
- 3.1.5 在太陽下晾乾衣物，既可省電，又可殺菌 (圖 13)
- 3.1.6 手洗衣服是低碳之選
- 3.1.7 三思而後買新衣服 (每件成人衣服產生約 8 公斤二氧化碳排放量)
- 3.1.8 購買防皺衣服以減少熨燙
- 3.1.9 把不需要的衣物捐贈予有需要人士或慈善機構



圖 13 在太陽下晾乾衣物，既可省電，又可殺菌
來源：Canva Education





3.2 食

- 3.2.1 避免購買過量食物
- 3.2.2 選購鄰近地區出產及合時的食物
- 3.2.3 選購沒有包裝或只有簡約包裝的食物
- 3.2.4 避免使用一次性即棄容器及餐具
- 3.2.5 根據「先入先出」的食用原則，先利用較早購買及即將過期的食物
- 3.2.6 善用剩餘的食材和食物，例如用剩餘的食物烹煮另一道菜式
- 3.2.7 將熱的食物冷卻到室溫後才放入雪櫃
- 3.2.8 避免把雪櫃設定於過低的溫度
- 3.2.9 雪櫃與牆壁或櫃之間應保持足夠空間，空氣不流通會積聚熱，增加雪櫃能耗
- 3.2.10 「多菜少肉」（由多肉飲食轉為素食可減少你在食物上的碳排放量高達八成）
- 3.2.11 多吃有機食物！有機食物可省卻製造化學農藥和化肥所須的能源，減少碳排放
- 3.2.12 煮食及點餐前應先考慮所需份量
- 3.2.13 加熱食物時，選用慢火煮食鍋或慢火爐頭而非焗爐
- 3.2.14 烹調時把鍋和煲的蓋子蓋上，減短煮食時間
- 3.2.15 當外出用膳或外賣時，請自備食物盒（圖 14）



圖 14 自備食物盒
來源：Canva Education



3.3 住

- 3.3.1 自備環保購物袋
- 3.3.2 避免購買不必要的物品並選購較耐用的貨品
- 3.3.3 簡約包裝及減少使用禮物包裝
- 3.3.4 關掉不需使用的電燈及電器
- 3.3.5 不要把電器置於備用狀態
- 3.3.6 選購 1 級能源標籤的電器
- 3.3.7 選購具有「自願性能源效益標籤」的氣體用具
- 3.3.8 在處所安裝太陽能光伏系統及參加上網電價計劃
- 3.3.9 使用節能發光二極管 (LED) 作照明之用
- 3.3.10 穿簡約衣服、開窗和使用風扇替代冷氣機
- 3.3.11 設定冷氣溫度於攝氏 24–26 度，你會感到舒適又節能
- 3.3.12 當冷氣機開啟時，應關閉門窗，並使用窗簾或百葉簾遮擋陽光
- 3.3.13 定期清洗冷氣機的隔塵網
- 3.3.14 安裝低流量式花灑頭及縮短淋浴時間



- 3.3.15 盡量使用即熱式熱水爐。如採用儲水式熱水爐，應選用具 1 級能源標籤的型號（圖 15）
- 3.3.16 如用儲水式熱水爐，應選用合適的儲存容量及溫度調節以符合家庭所需
- 3.3.17 盡量調低熱水爐水溫，尤其是在夏天
- 3.3.18 用完熱水爐後應即時關掉
- 3.3.19 於水龍頭安裝節流器
- 3.3.20 刷牙、洗臉或剃鬚時，應關掉水龍頭
- 3.3.21 立即修理滴漏的水龍頭及水喉，滴水的水龍頭每天可浪費高達 76 公升水
- 3.3.22 源頭減廢（3 公升垃圾可產生約 1 公斤二氧化碳排放量）
- 3.3.23 將不適用的禮物送給有關團體，轉送給有需要的人
- 3.3.24 支持乾淨回收



相關資料



香港可回收物料

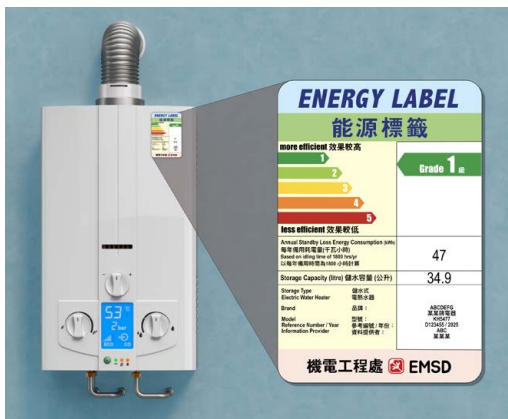


圖 15

1 級能源標籤的熱水爐



3.4 行

- 3.4.1 使用樓梯，減少使用升降機
- 3.4.2 步行或使用公共運輸工具
- 3.4.3 使用私家車時與別人合夥用車
- 3.4.4 減少駕駛
- 3.4.5 以適當速度行車
- 3.4.6 妥善維修保養車輛
- 3.4.7 維持適當的輪胎氣壓
- 3.4.8 選用電動車輛
- 3.4.9 以視像會議或電子郵件代替境外公幹
(一次從香港到日本往返飛行可產生超過 400 公斤二氧化碳排放量)
- 3.4.10 高鐵的碳排放量僅為飛機的 15% 及巴士的 25%
- 3.4.11 選擇低碳本地遊，例如遊覽郊野公園及香港聯合國教科文組織世界地質公園（圖 16）



圖 16

香港聯合國教科文組織世界地質公園是
低碳本地遊的理想選擇

7.5 單元總結

我們可以怎樣應對氣候變化帶來的影響？

1 國際合作

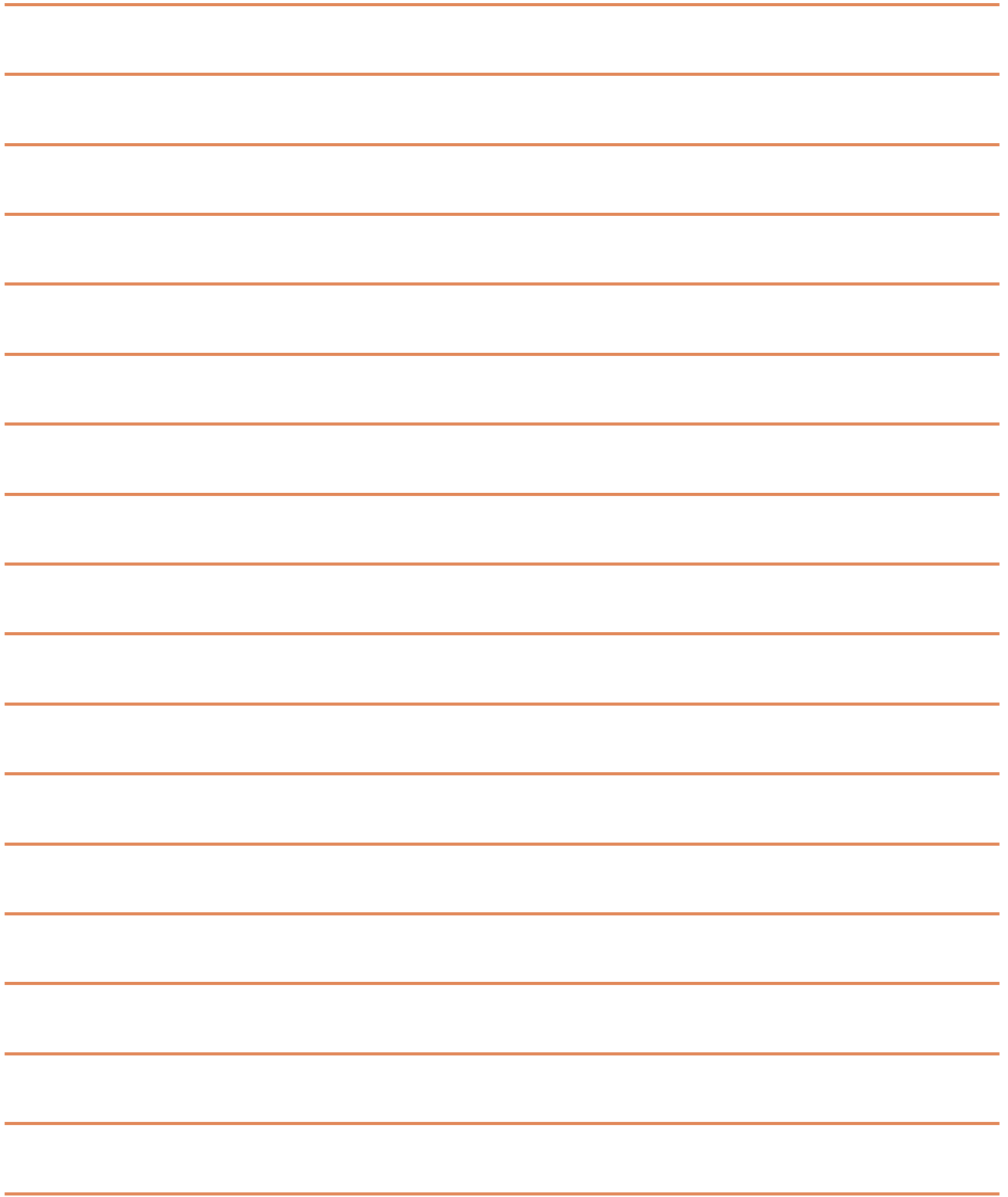
- 政府間氣候變化專門委員會 (IPCC)：成立於 1988 年，定期審視氣候變化相關文獻，編寫報告，報告內容包括氣候變化的科學基礎和成因，其潛在影響，以及應對這些影響的方案。
- 《聯合國氣候變化框架公約》(UNFCCC)：1992 年成立，目的在於穩定大氣溫室氣體濃度，防止人類活動對氣候系統的危險干擾。
- 《京都議定書》與《巴黎協定》這兩項重要國際協議的目標都是減排溫室氣體。前者強調「共同但有區別的責任」；後者則採用「國家自主貢獻」的方式，促進各國根據自身情況制定減排目標。

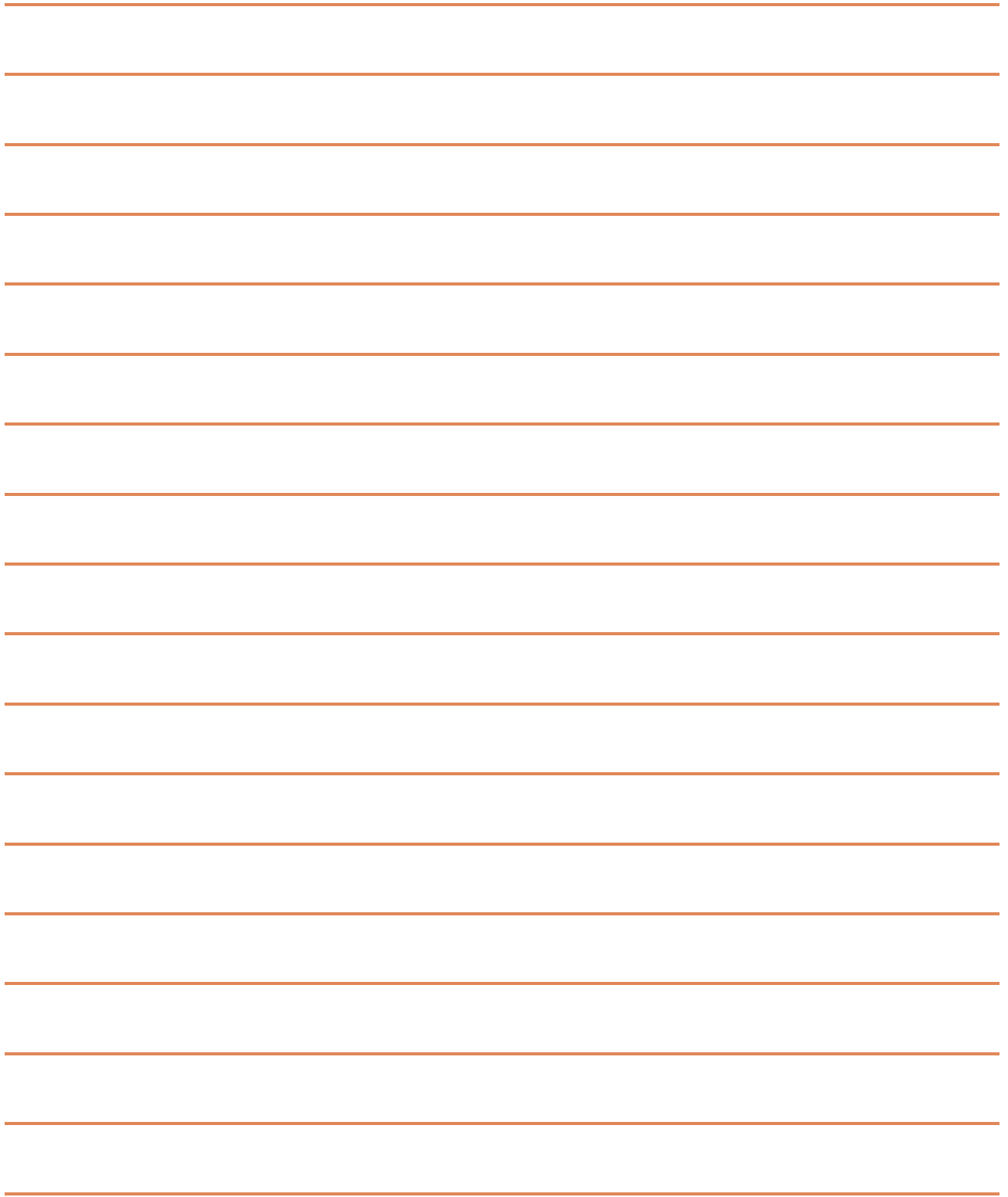
2 政府行動

- 各國需根據其減排承諾實施具體措施，並提高應變能力以適應氣候變化的影響。
- 主要策略包括減緩（減少溫室氣體排放）、適應（改善基礎設施和土地利用）、以及應變（加強社會的應變能力）。

3 個人行為

- 每個人都有責任通過改變生活方式來減少碳排放。具體行動包括：
 - 衣：選擇高效能的電器和洗衣機，盡量晾乾衣物。
 - 食：減少食物浪費，購買本地食材，避免使用即棄容器及餐具。
 - 住：使用節能設備，調整空調設定，源頭減廢，支持回收。
 - 行：多使用公共交通，減少駕駛，考慮共享出行。
-







版權所有，未經書面同意，不得轉載、翻印。