

人工物環境システム

第1部 環境情報の把握



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

授業計画	第1部 環境情報の把握(担当:作野)	授業予定日
		1. 環境情報把握の概要
	2. 都市環境のモニタリング	4/21
	3. 海洋環境のモニタリング	4/28
	4. 大気環境のモニタリング	5/12
	5. 第1部試験	5/19
	第2部 環境のモデル化と解析(担当:陸田)	
	6. 人工物と大気・海洋環境の相互作用モデル(1)	5/26
	7. 人工物と大気・海洋環境の相互作用モデル(2)	6/2
	8. 人工物と都市環境の相互作用モデル	6/9
	9. 人工物と海洋・生物環境の相互作用モデル	6/16
	10. 第2部試験	6/23
	第3部 環境影響の評価(担当:濱田)	
	11. 人工物のライフサイクルと環境影響	6/30
	12. ISO14000	7/7
	13. ライフサイクルアセスメント(LCA)	7/14
	14. ライフサイクルアセスメント(LCA)	7/21
	15. 第3部試験	7/28



「関心のある環境問題を2つあげなさい」という問いに対する回答

- ・地球温暖化 26
- ・水質汚染 10
- ・オゾン層破壊 8
- ・大気汚染 5
- ・地下資源の枯渇 5
- ・森林伐採 3
- ・海面上昇 3
- ・砂漠化 2
- ・エネルギー 2
- ・気候変動 1
- ・騒音 1
- ・酸性雨 1
- ・水 1
- ・ごみ 1
- ・人口 1
- ・食料 1

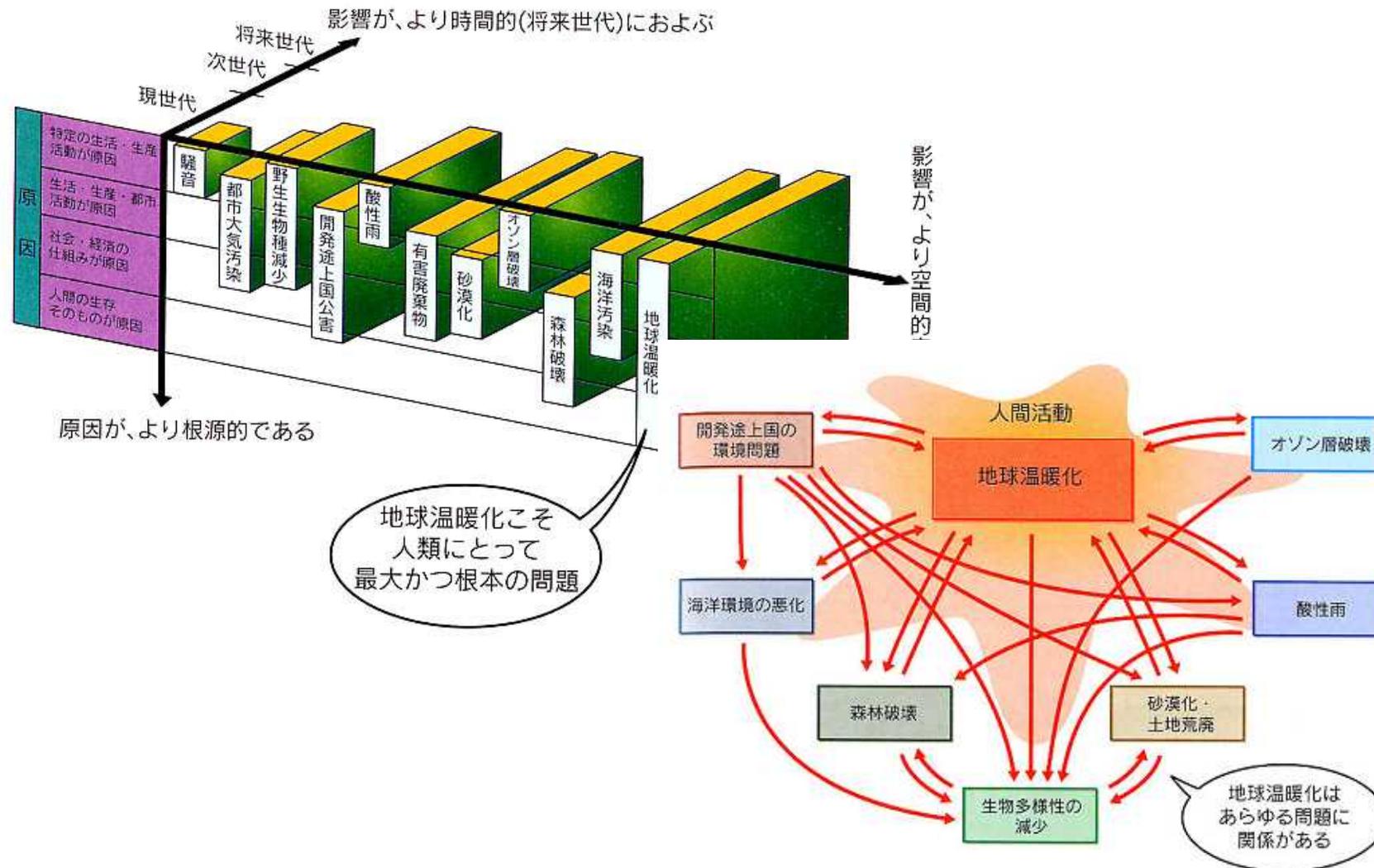


「環境情報を2つあげなさい」という問いに対する回答

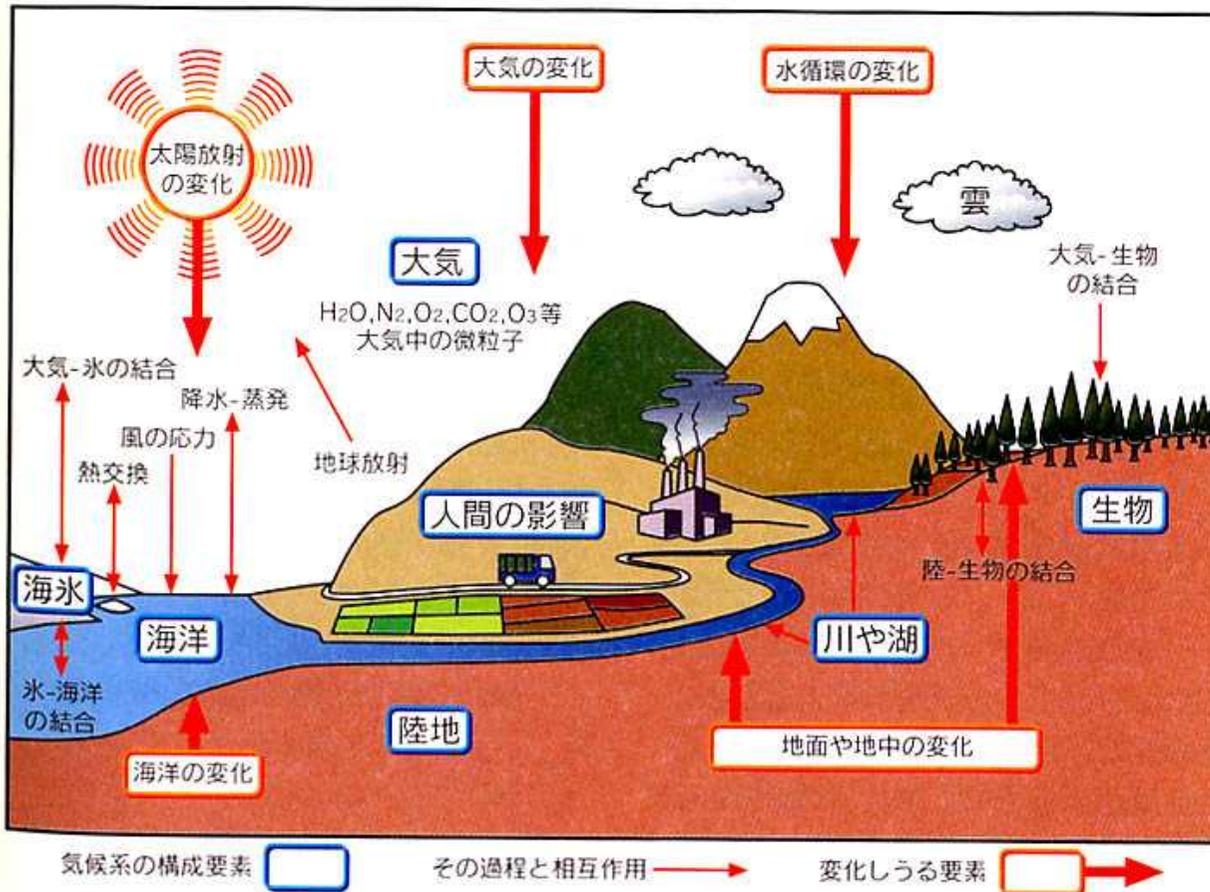
- ・ **温室効果ガス(CO₂)** 15
- ・ エコカー 10
- ・ エコ家電 6
- ・ エネルギー 4
- ・ **オゾン層** 4(オゾンを含む)
- ・ **降水量** 2
- ・ 燃費 2
- ・ リサイクル 1
- ・ 環境行政 1
- ・ **人口増加** 1
- ・ **気温** 1
- ・ **海面上昇** 1
- ・ 京都議定書 1
- ・ Eco-Priceless 1
- ・ 自然 1
- ・ **雪** 1
- ・ 資源 1
- ・ **森林・砂漠の規模** 1



地球温暖化とは？



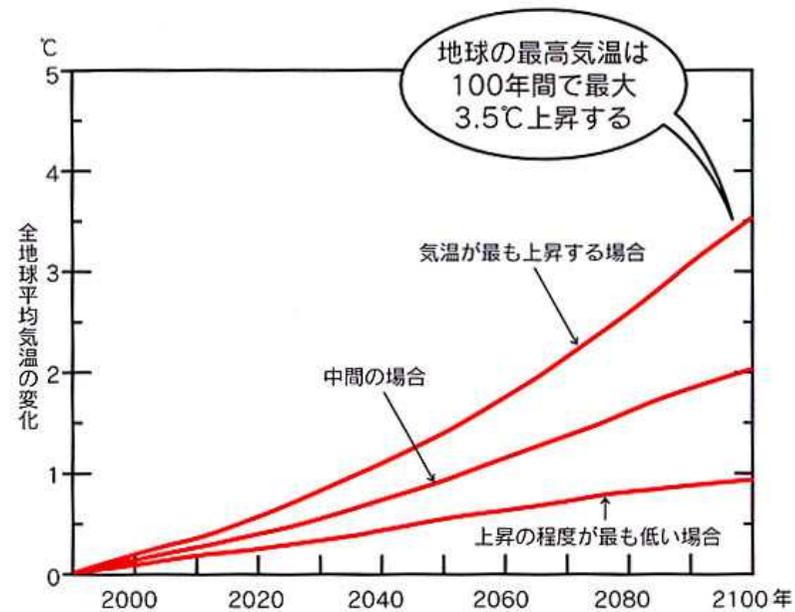
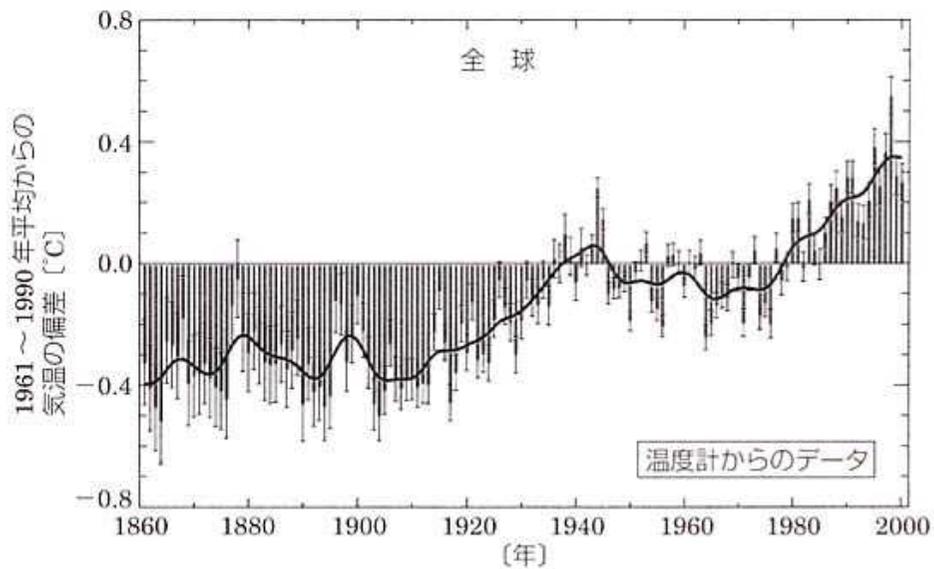
地球温暖化と気候の関係



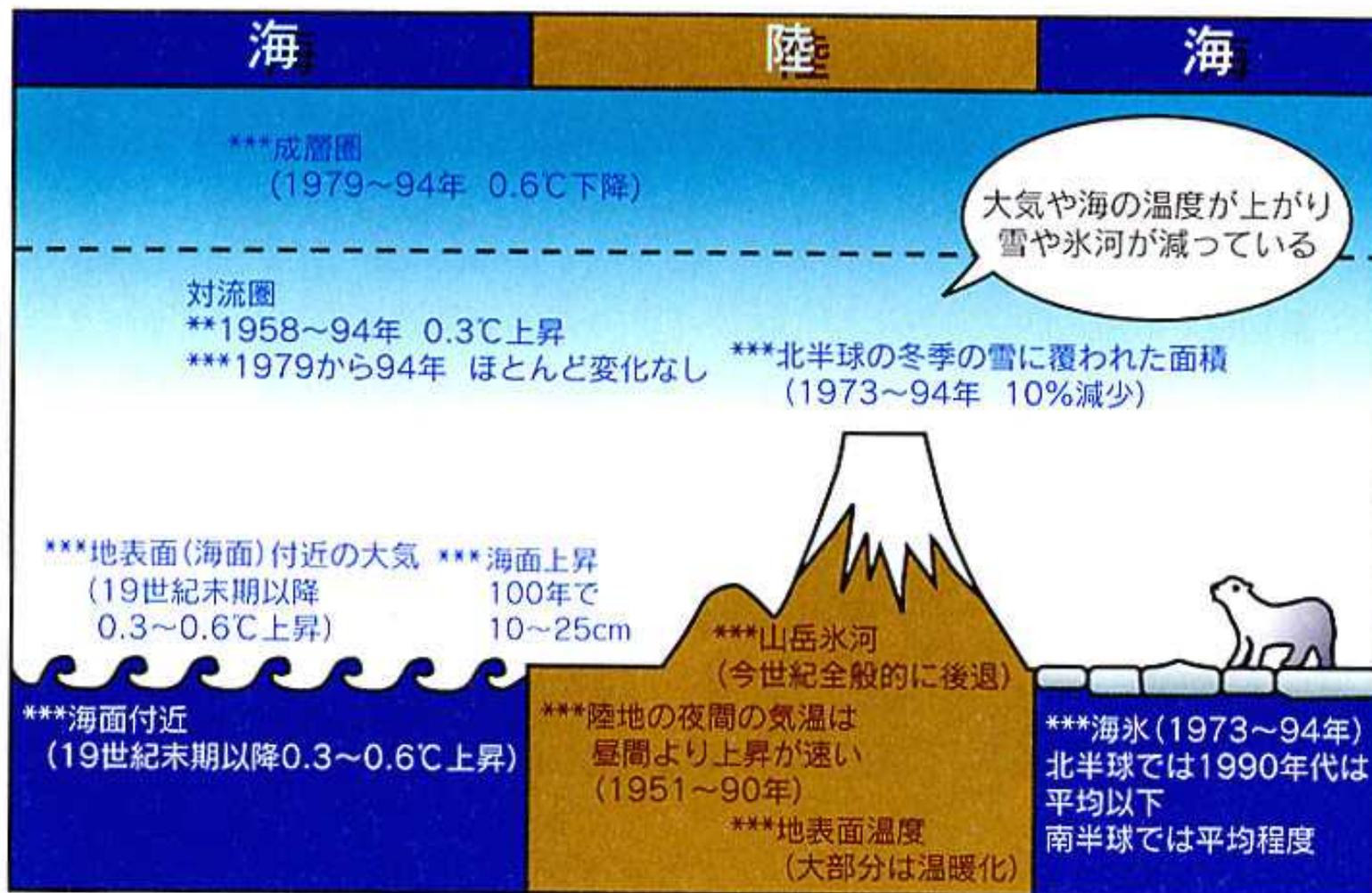
気候系の全体像



地球温暖化の現状と予測



地球温暖化の証拠

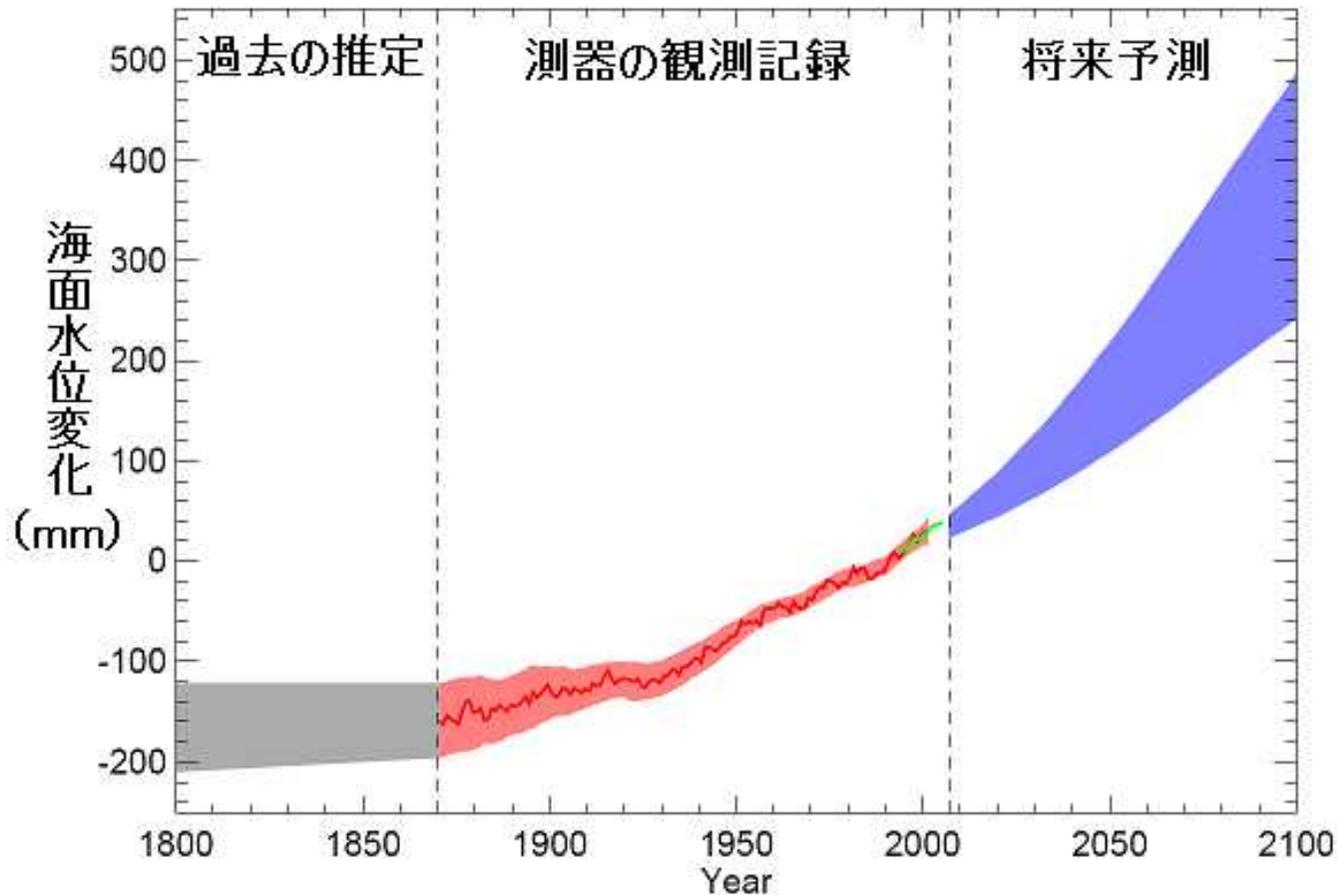


確実さ—— ***高 **中 *低

世界の過去および将来の海面水位変化



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

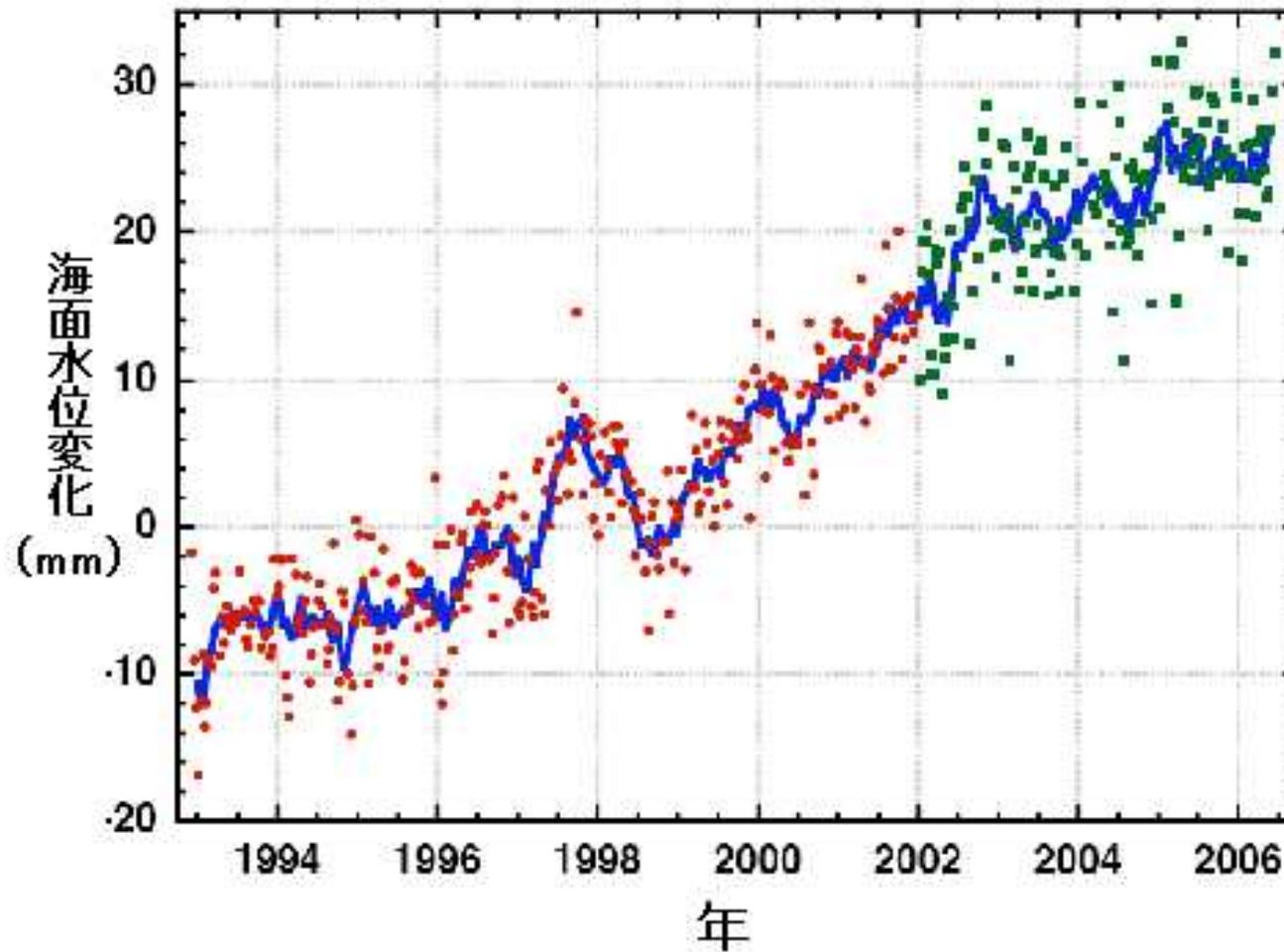


IPCC第4次評価報告書(2007)

世界平均の海面水位は21世紀末(2090~2099年)には、1980~1999年の平均海面水位に対して、0.18~0.59m上昇すると予測される

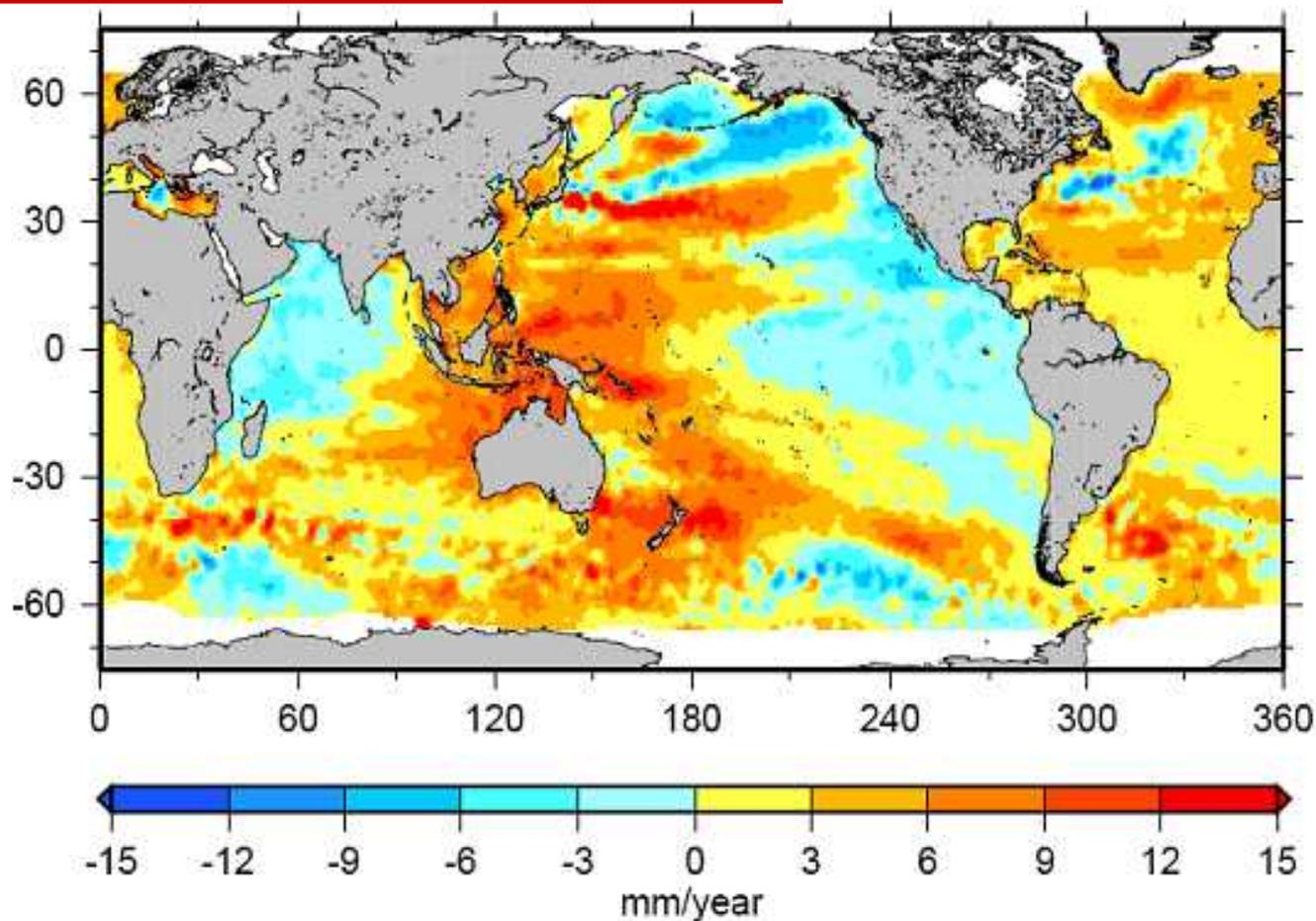
出典：気象庁，<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kaiyou.html>

衛星高度計から求めた海面水位変化



1993年から2003年までの海面水位の上昇率は 3.1 ± 0.7 mm/年

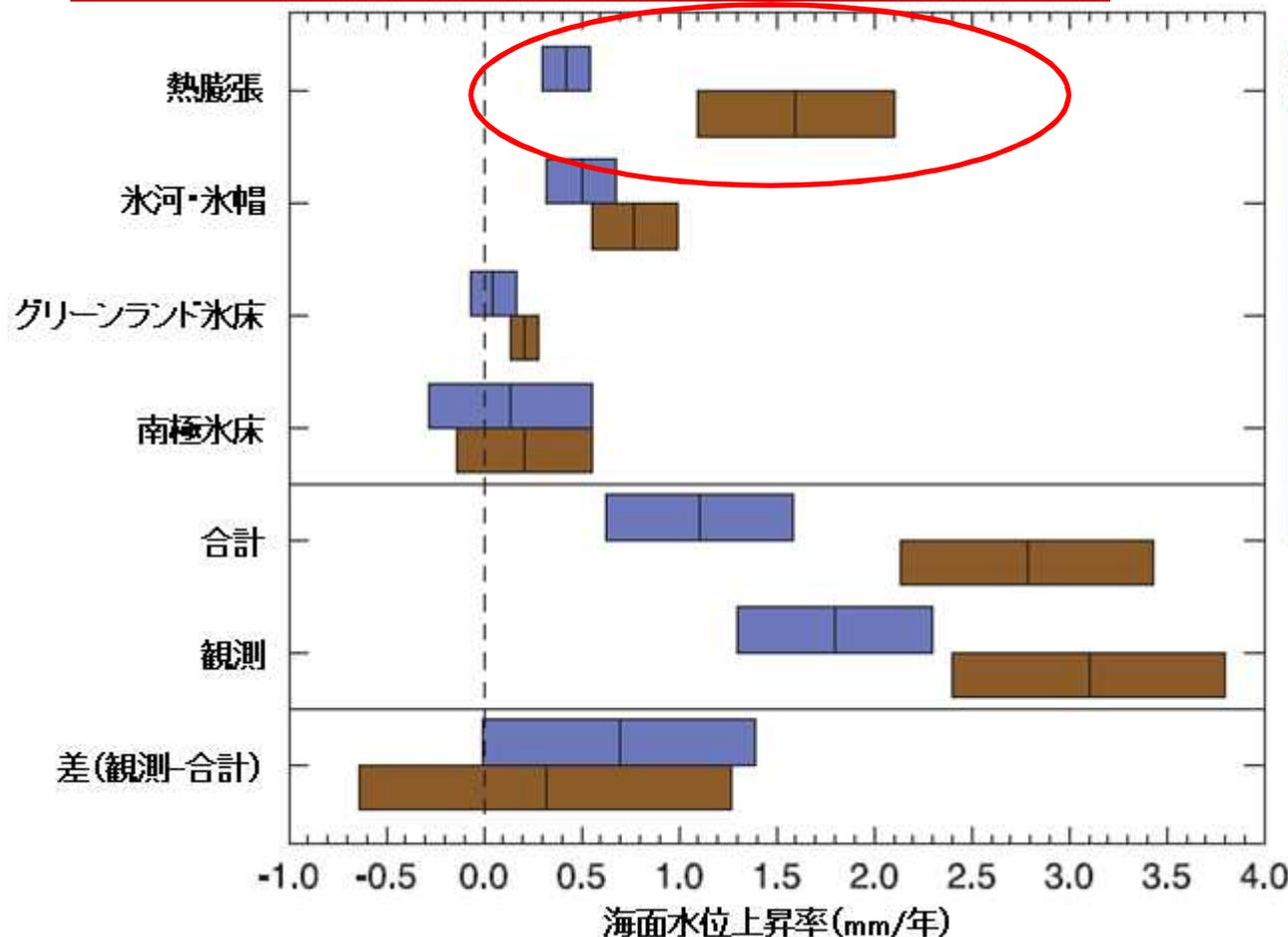
どこの水位変化が大きいのか



海洋の上昇率は一様ではなく、直近の10年間ではエルニーニョ/ラニーニャ現象に関連する年々変動の大きな西太平洋及び東インド洋でもっとも大きくなっています。大西洋では、(メキシコ)湾流の周辺を除き海面水位が上昇しています。一方で、東太平洋及び西インド洋では海面水位が低下しています



なぜ水位変化がおきているのか



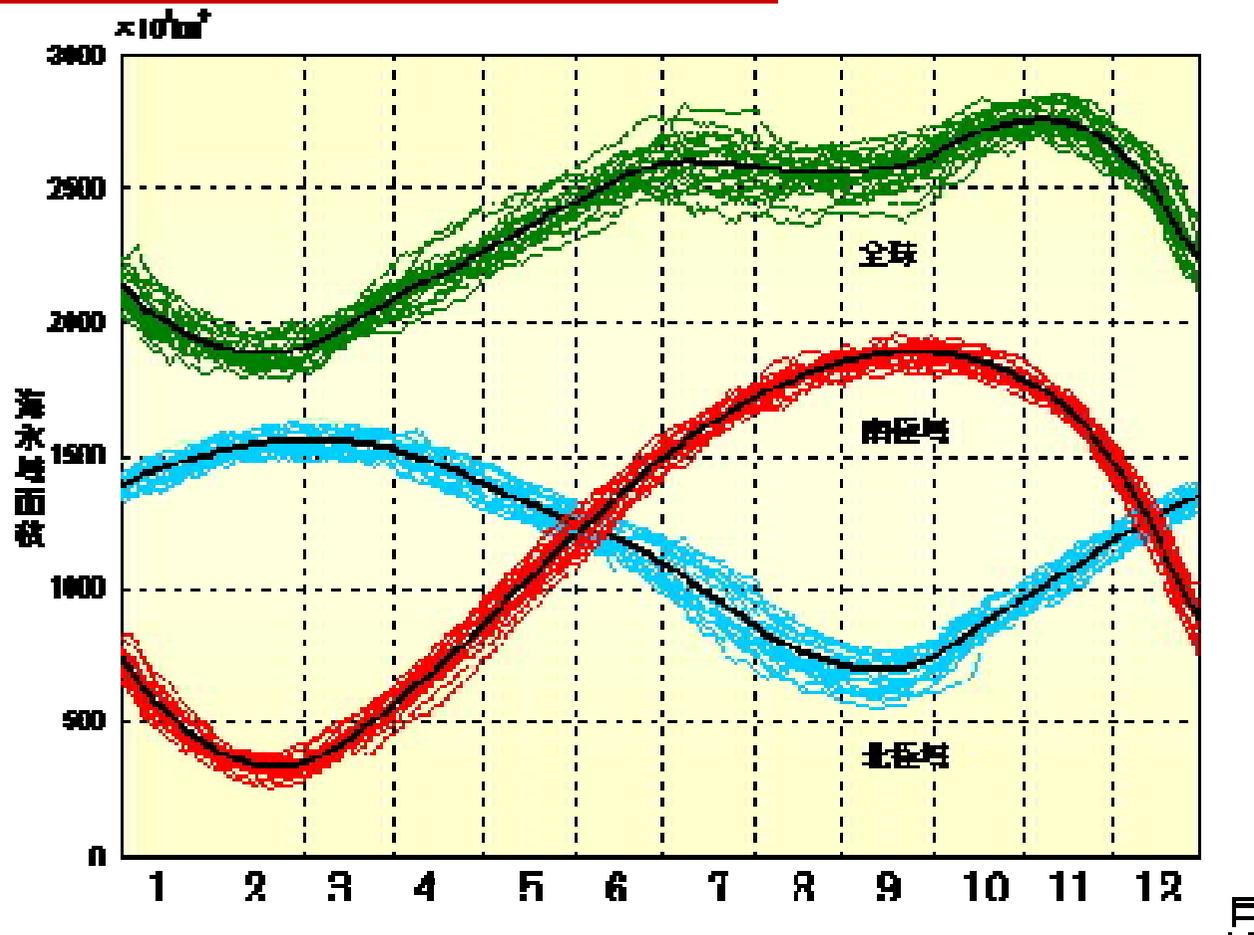
海面上昇率
IPCC(2007)より引用

海面上昇率(mm/年)		
要因	1961年～2003年	1993年～2003年
熱膨張	0.42 ± 0.12	1.6 ± 0.5
氷河・氷帽	0.50 ± 0.18	0.77 ± 0.22
グリーンランド氷床	0.05 ± 0.12	0.21 ± 0.07
南極氷床	0.14 ± 0.41	0.21 ± 0.35
合計	1.1 ± 0.5	2.8 ± 0.7
観測	1.8 ± 0.5	3.1 ± 0.7
差(観測-合計)	0.7 ± 0.7	0.3 ± 1.0

青い棒は1961年から2003年の上昇率を示し、茶色の棒は1993年から2003年の上昇率を示しています。それぞれ棒の長さは解析の誤差を評価しています。

出典：気象庁，<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kaiyou.html>

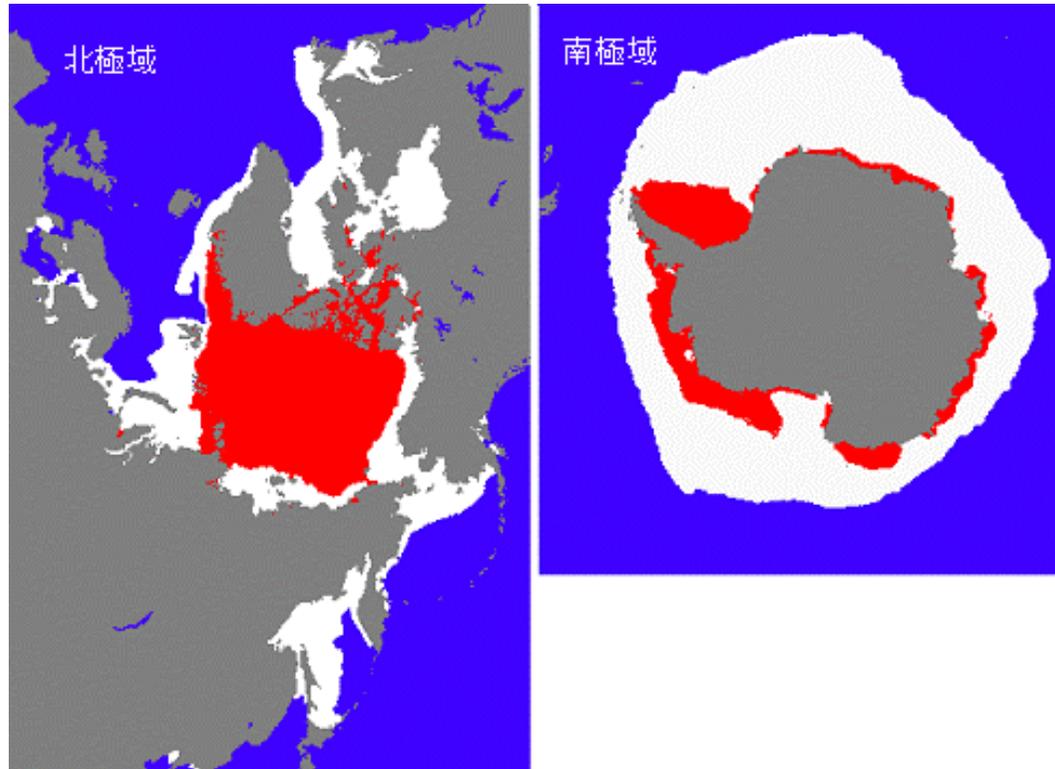
海氷の季節変化



細線は1979年から2000年の5日ごとの海氷域面積、太線はその平年値（1979年～2000年の平均）を示している。世界全体の値は北極域と南極域の合計値

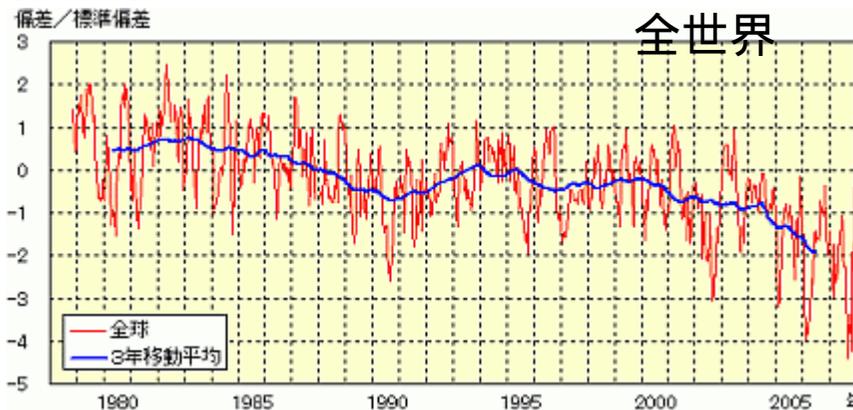
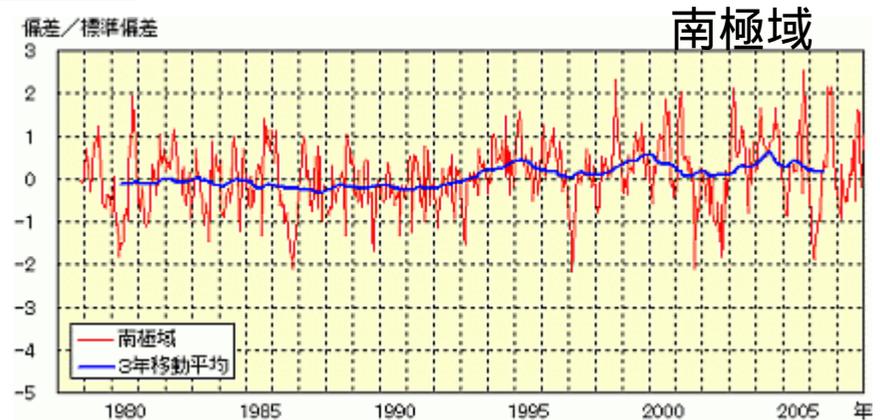
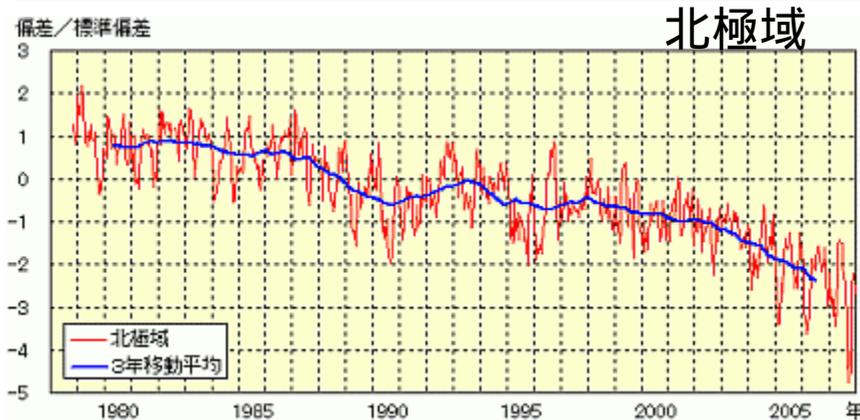
出典：気象庁，<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/tide/knowledge/index.html>

海氷の季節変化



赤色は海氷域面積がほぼ最小時（北極域は9月15日、南極域は2月20日）の平年の海氷分布。白色＋赤色は海氷域面積がほぼ最大時（北極域は2月20日、南極域は9月15日）の平年の海氷分布。平年値は1979年～2000年の平均値。灰色は陸地を示す（南極大陸は棚氷を含んでいる）

北極・南極域の海氷の長期変化傾向

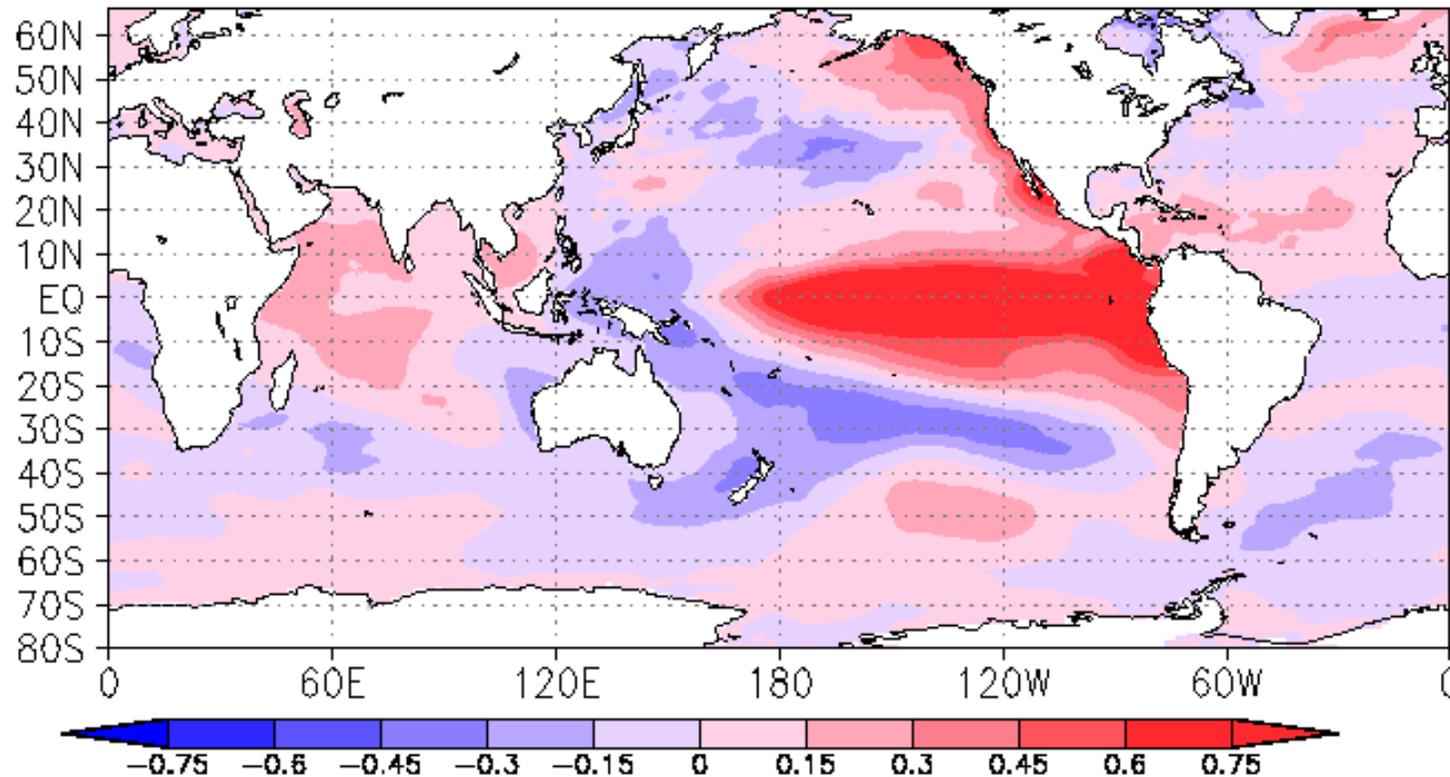


世界全体の海氷域面積は、北極域の減少の影響が卓越して減少傾向になっている。

赤線は半月ごとの海氷域面積の平年差を標準偏差で割った(規格化した)値で、青線はその3年移動平均。平年値は1979～2000年の22年平均値。海氷は季節による変動が大きく、北極域、南極域および世界全体の比較を見やすくするために海氷域面積の平年差を標準偏差で割っている。



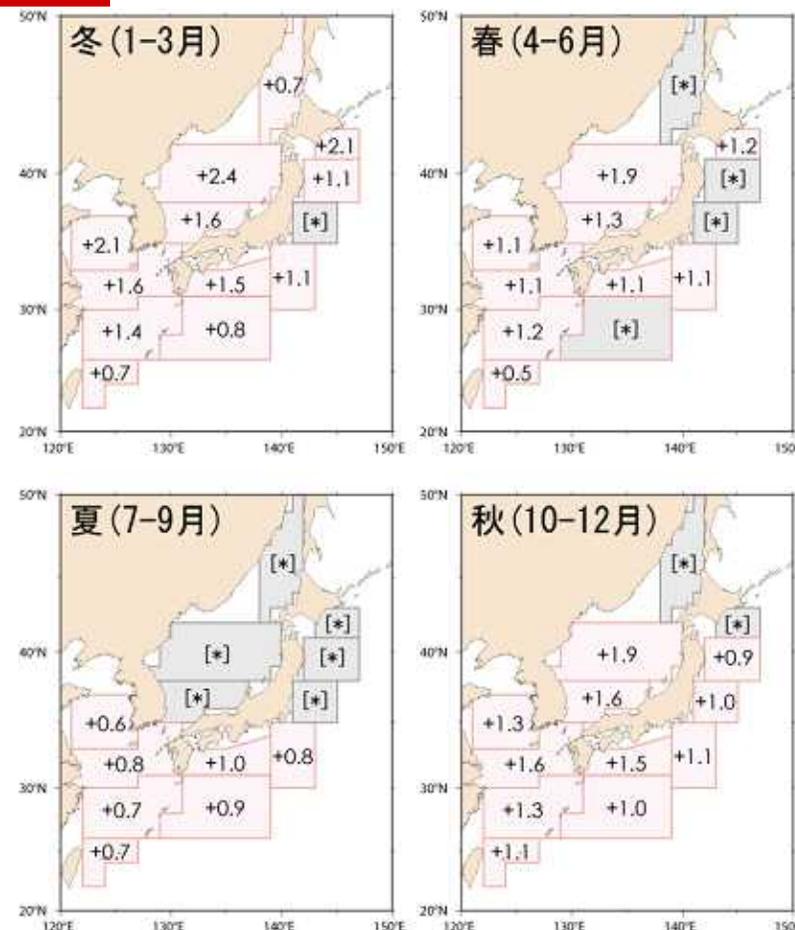
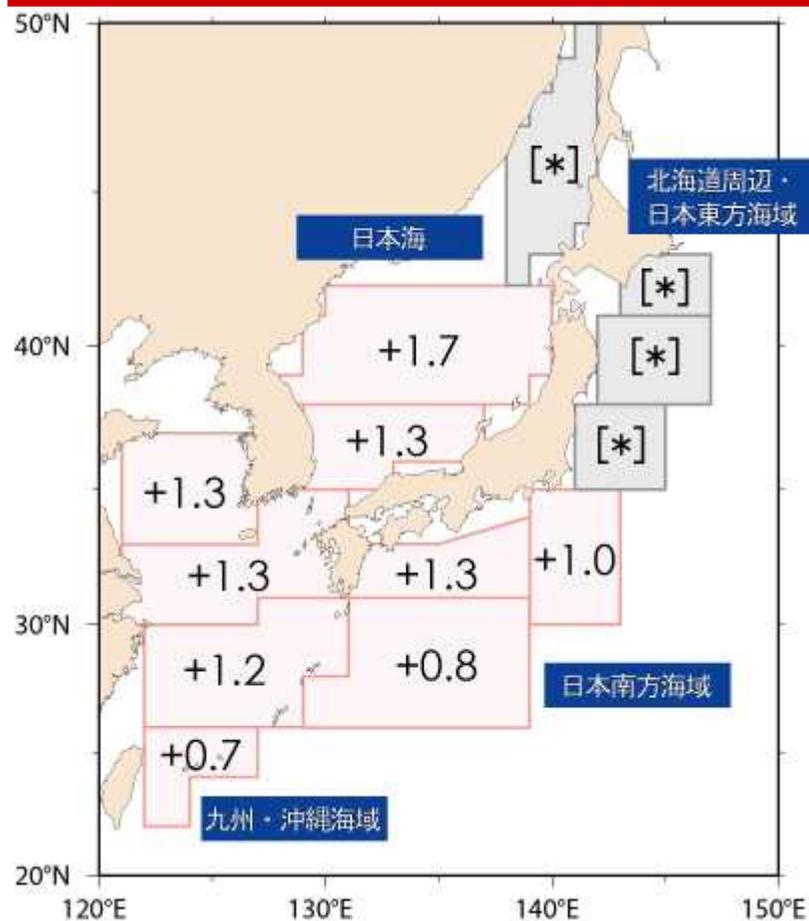
SST regressed on the NINO3 index based COBE-SST



エルニーニョ現象は、太平洋赤道域の中央部（日付変更線付近）から南米のペルー沿岸にかけての広い海域で、海面水温が平年に比べて高くなり、その状態が半年から1年半程度続く現象であり、数年に一度発生します。また、その影響は、大気の変動を介し、全球に及びます。

出典：気象庁，<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/climate/knowledge/index.html>

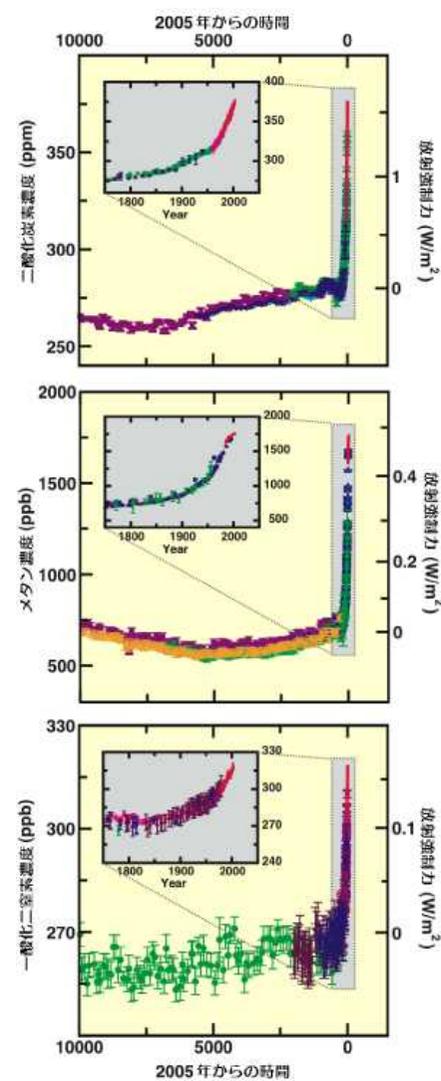
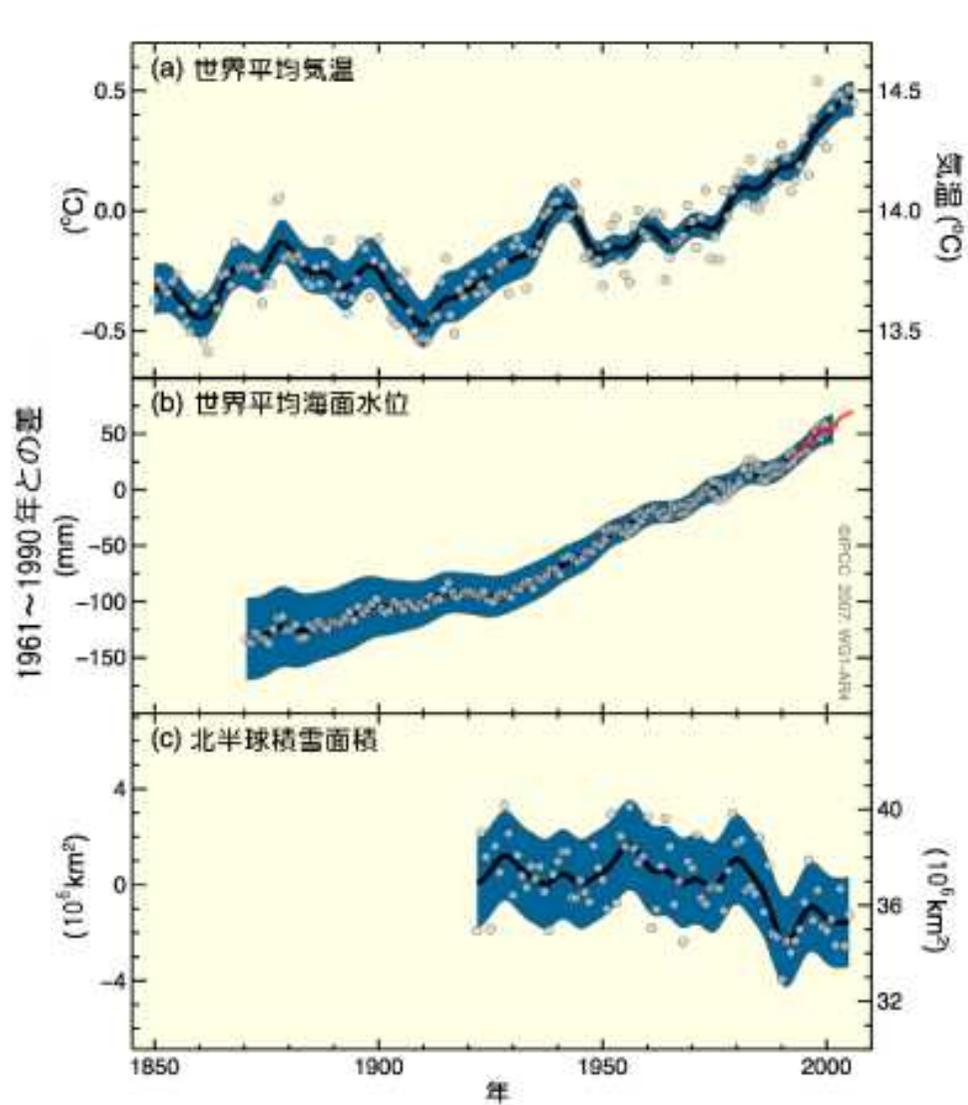
日本近海の海域平均海面水温(年平均)の長期変化傾向 (/100年)



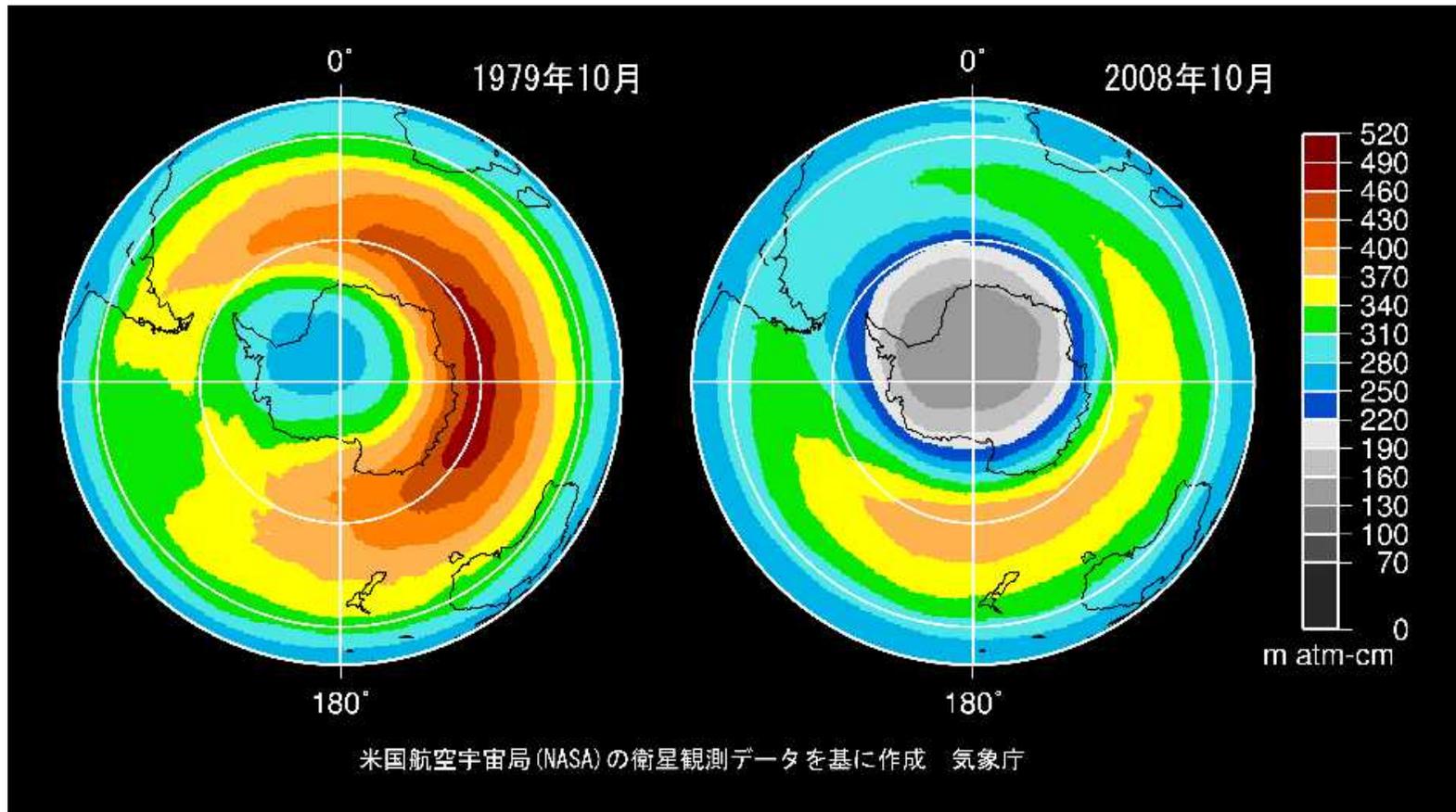
九州・沖縄海域、日本海の中中部および南部、日本南方海域における、2008年までのおよそ100年間にわたる海域平均海面水温(年平均)の上昇率は、+0.7 ~ +1.7 /100年です。これらの上昇率は、世界全体で平均した海面水温の上昇率(+0.50 /100年)よりも大きな値です。

出典：気象庁，<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/climate/knowledge/index.html>

温暖化ガスと気温上昇の長期変化



南極オゾンホールの変化



南極オゾンホールの規模の変化を長期的にみると、1980年代から1990年代半ばにかけて急激に拡大しました。その後は増加傾向が緩やかになっているものの、依然として大きい状態が続いています。



-
- Q1 1993年から2003年までの海面水位は上昇傾向である()
- Q2 海洋の水位変化は世界中同程度である()
- Q3 海氷の長期変化は南極より北極の方が大きい()
- Q4 エルニーニョ現象はペルー沖の海面温度が高くなる現象である()
- Q5 1890年以降, 全球の海面水温は上昇傾向である()
- Q6 南極のオゾンホールは現在では消滅した()

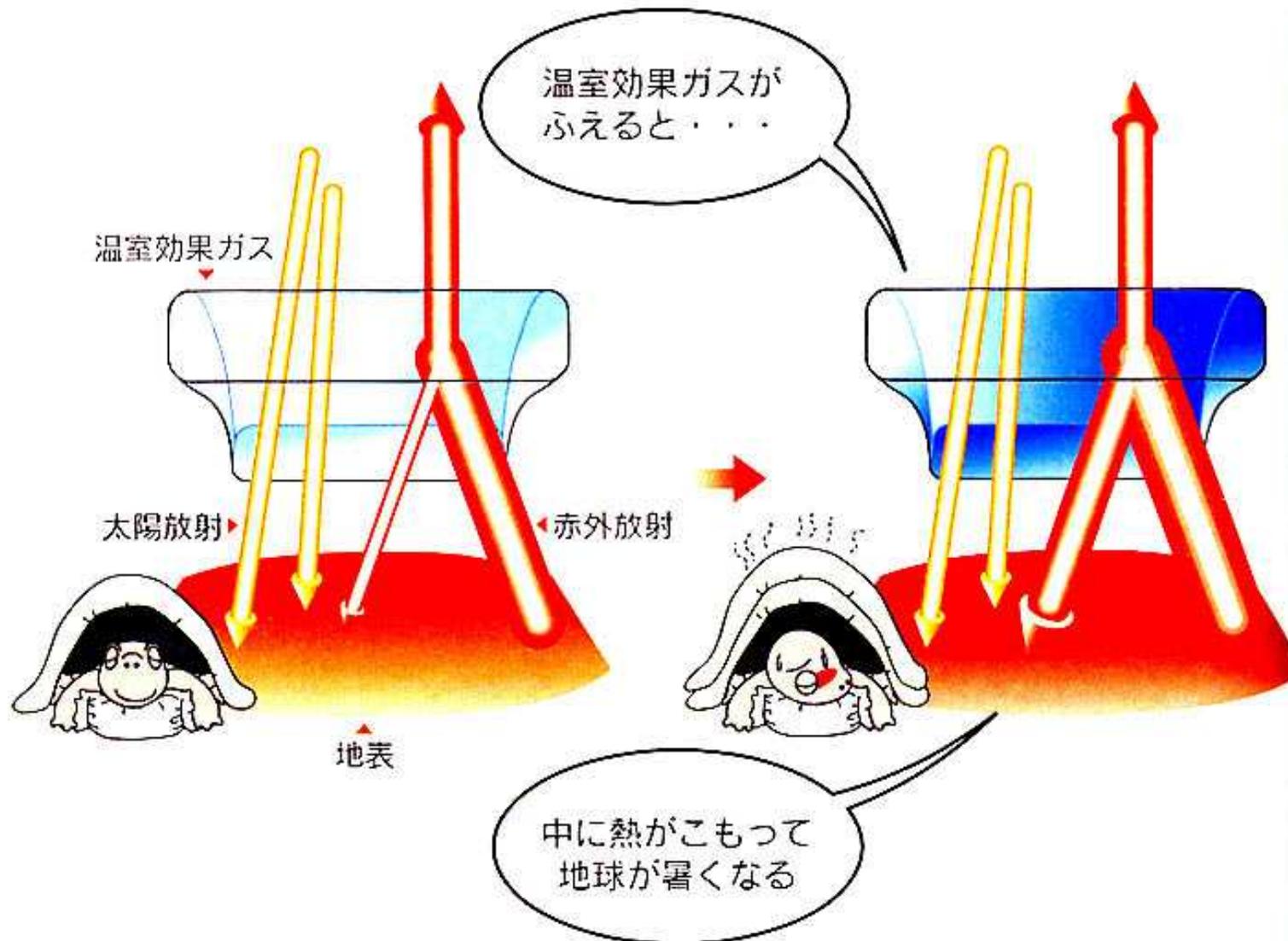
地球温暖化の影響



都市環境のモニタリング 地球温暖化のしくみ



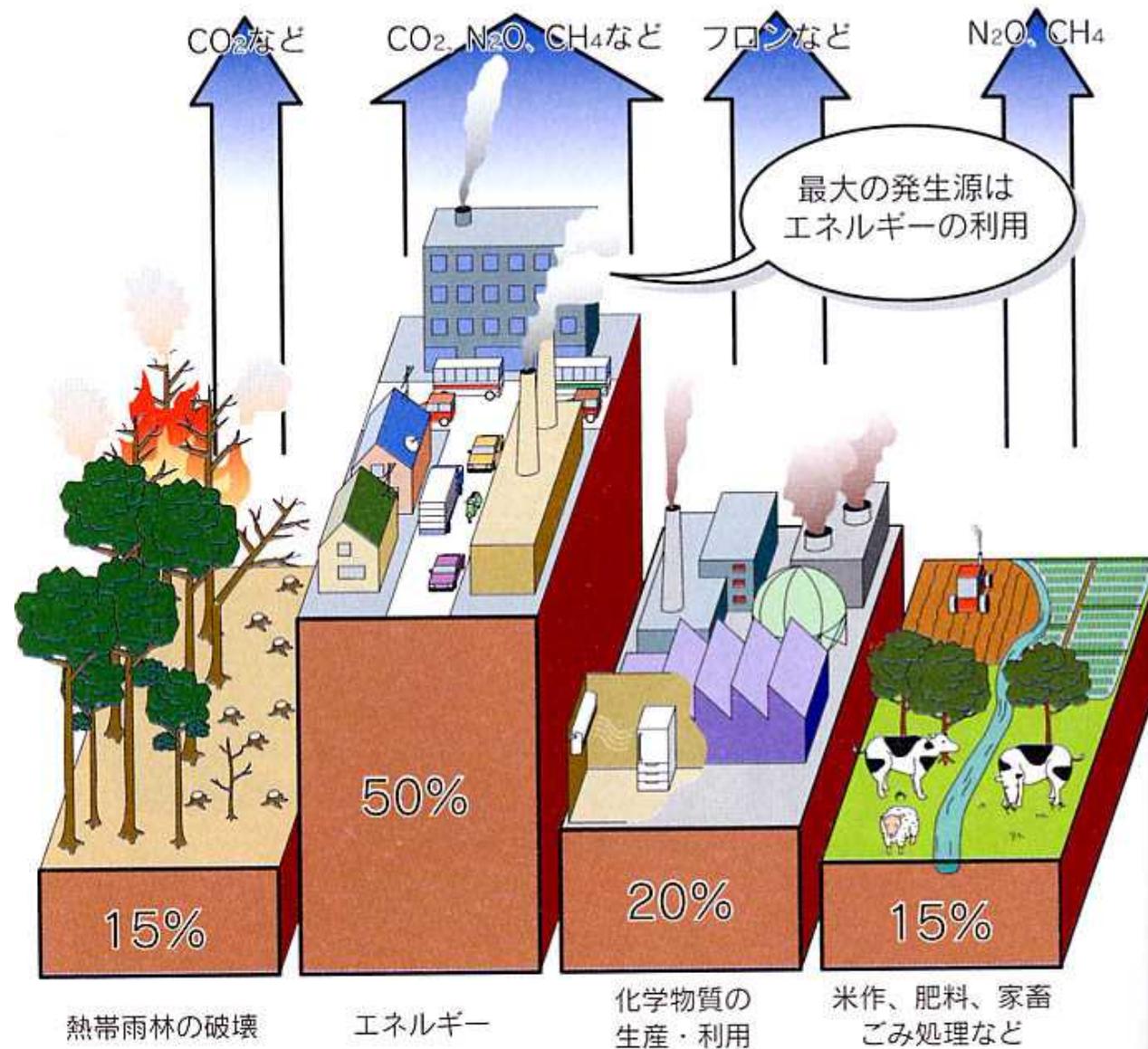
Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University



都市環境のモニタリング 地球温暖化の原因

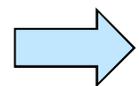


Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University





- ・ **ヒートアイランド**・・・エアコンの使いすぎ
- ・ **ごみ問題**・・・ごみの出しすぎ
- ・ **騒音**・・・輸送機器の増加
- ・ **地盤沈下**・・・地下水のくみ上げすぎ
- ・ **エネルギー枯渇**・・・化石燃料の使いすぎ
- ・ **森林伐採**・・・必要以上の伐採
- ・ **砂漠化**・・・森林伐採や下流の水源確保



ヒートアイランドに関係する地表面温度や砂漠化に関連する植物活性度の広域調査(グローバルモニタリング)は人工衛星で日常的に行われている



建物の外壁



出典 : NEC/AVIO
<http://www.nec-avio.co.jp/jp/appli/index.html>

都市部(尼崎)の撮影例

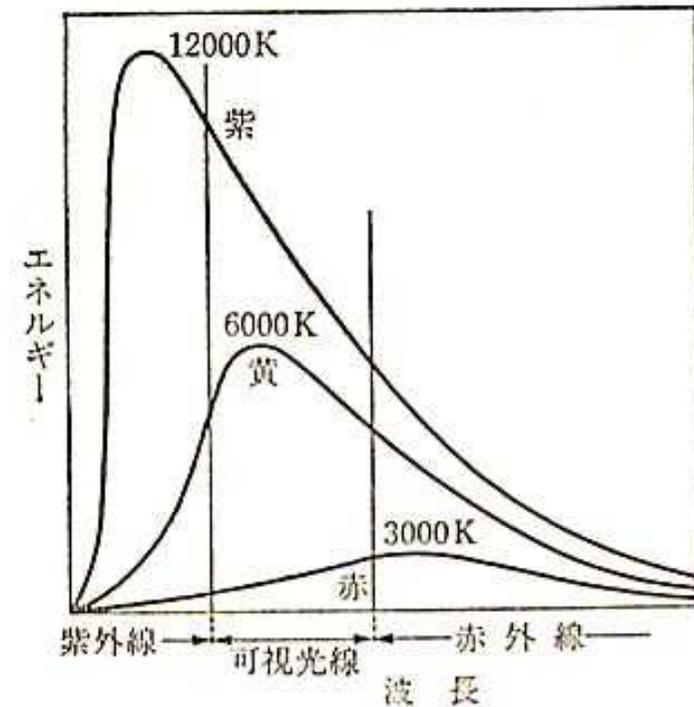
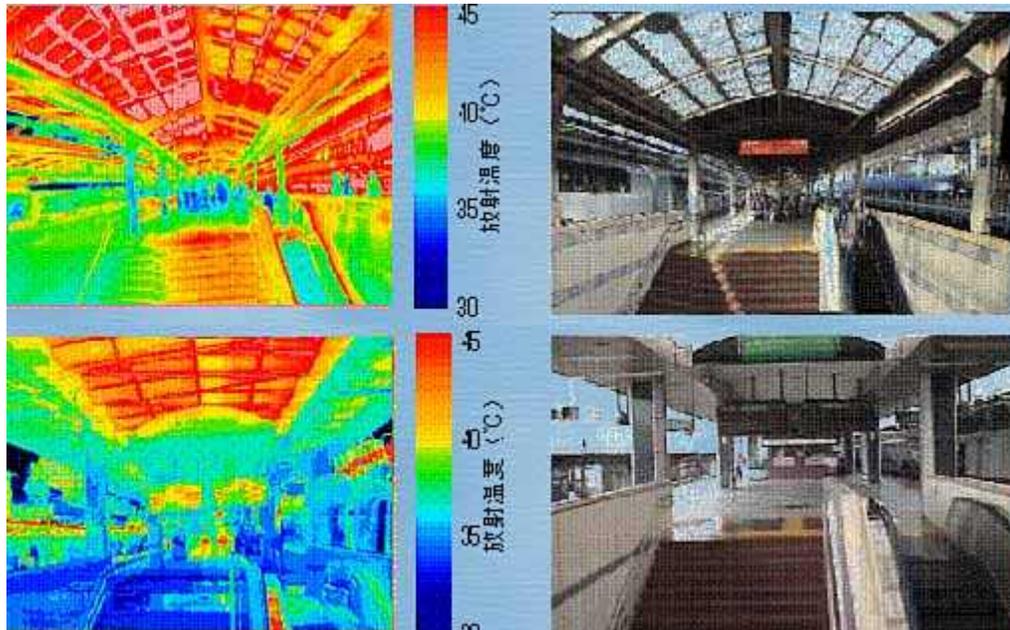


出典 : スカイマップ
<http://www.skymap.co.jp/>

都市環境のモニタリング サーモグラフィーの原理



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University



出典：NEC/AVIO
<http://www.nec-avio.co.jp/jp/index.html>

$$I_b(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5 e^{C_2/\lambda T} - 1}$$

➔

$$I_b(T) = \sigma T^4$$

波長積分した放射エネルギーは温度の4乗に比例する

都市環境のモニタリング

衛星から撮影された熱画像(東京の例)

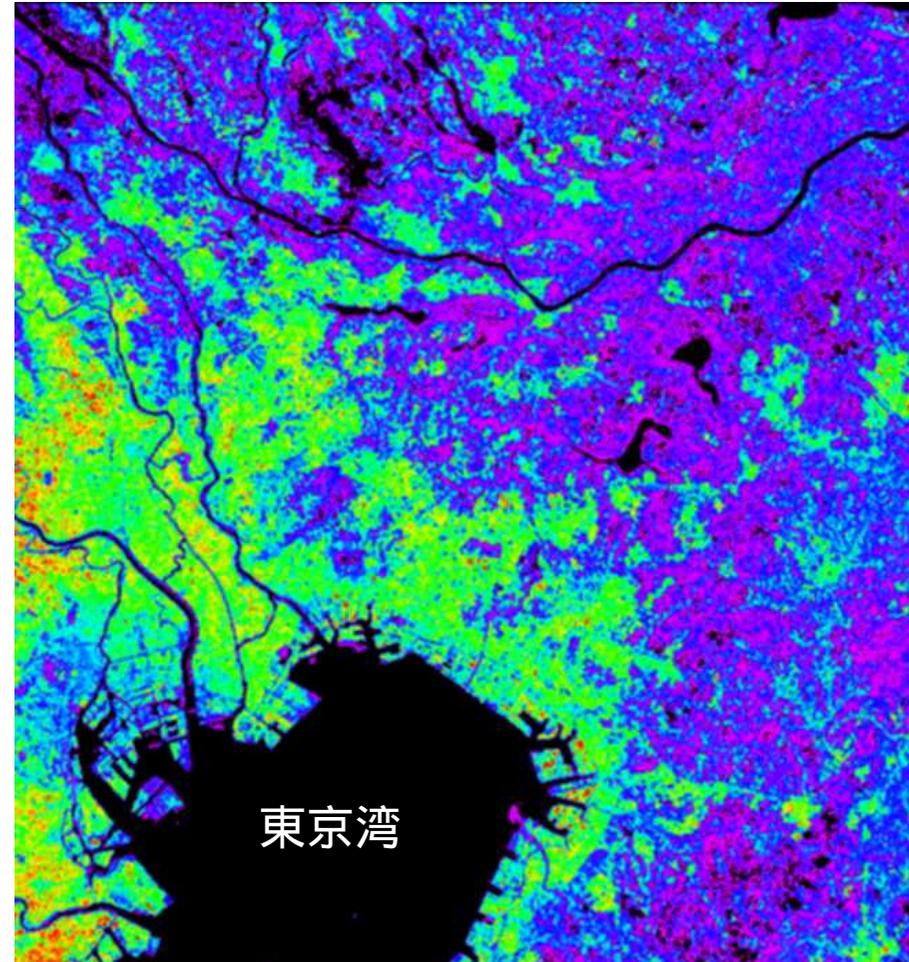


Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

可視画像(15m解像度)



温度画像(90m解像度)



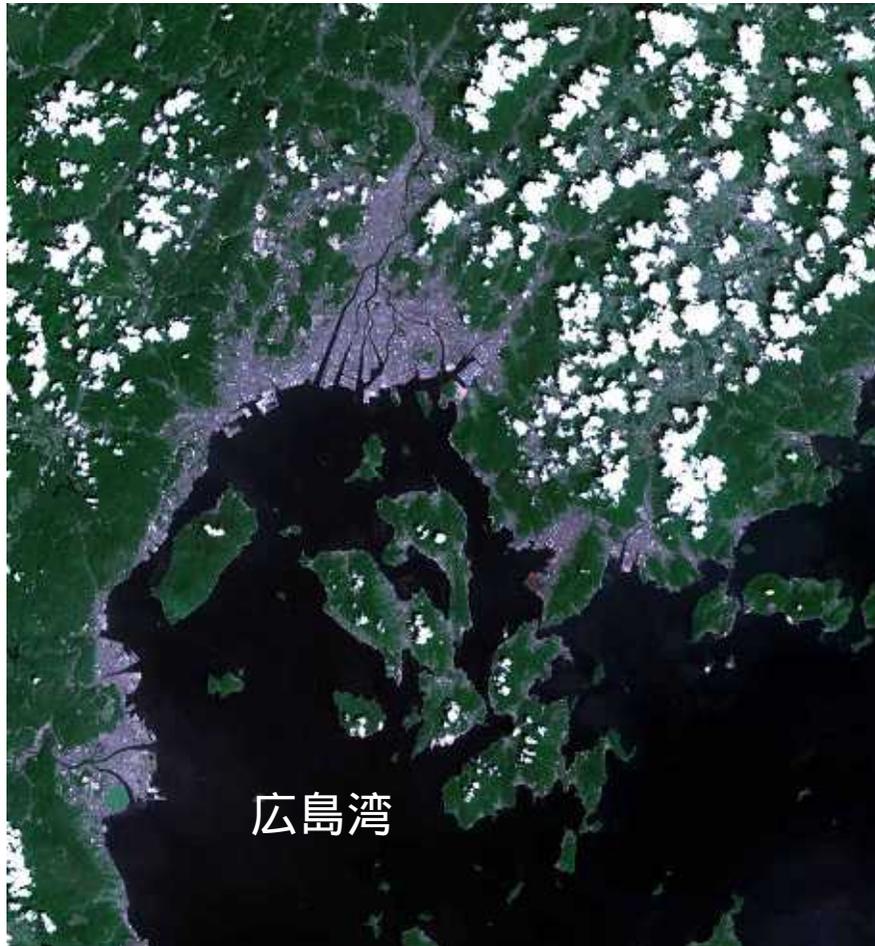
都市環境のモニタリング

衛星から撮影された熱画像(広島の場合)

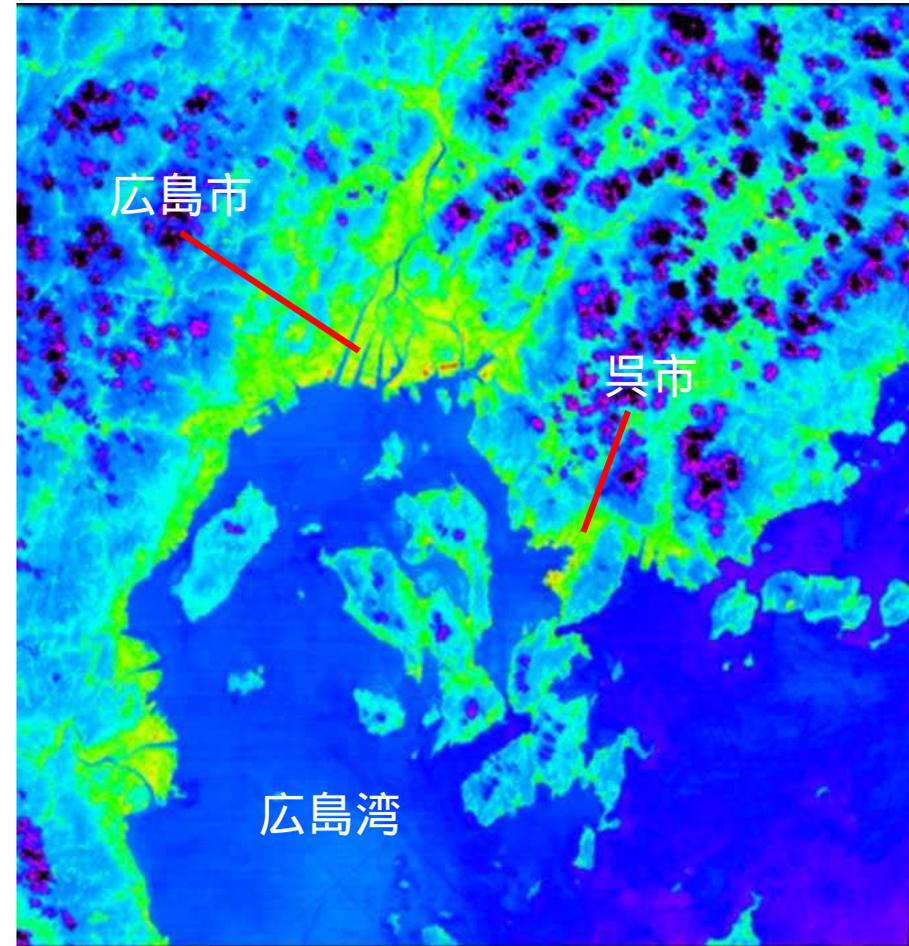


Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

可視画像(15m解像度)



温度画像(90m解像度)

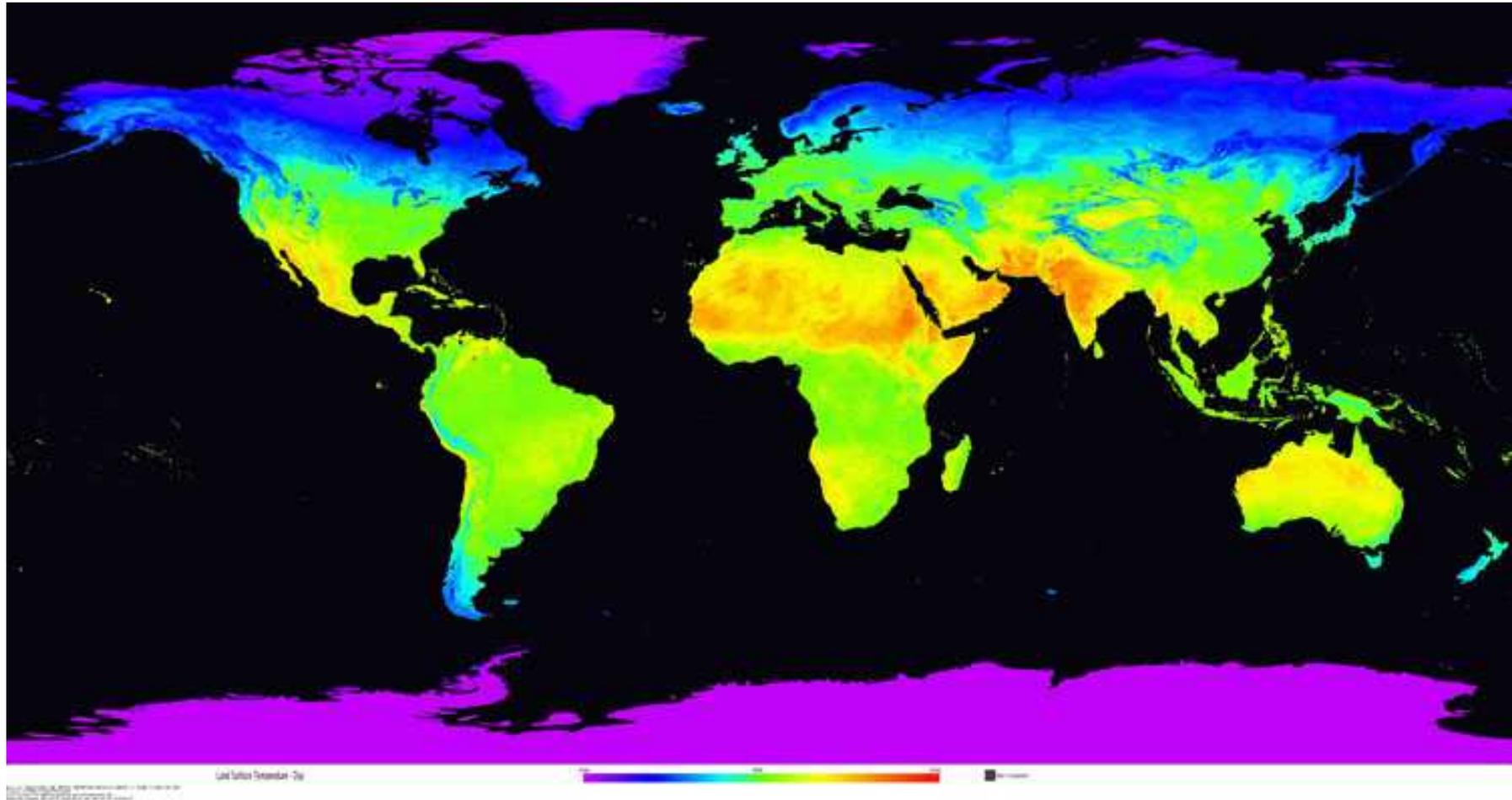


都市環境のモニタリング

衛星データから作成された世界の地表面温度プロダクト例



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University



温度 (K)

撮影センサ: Terra/MODIS, 2001年4月と2007年4月, Monthly land surface temperature product
データ提供: NASA (<http://lpdaac.usgs.gov/main.asp>)

都市環境のモニタリング

衛星データから作成される地表面温度プロダクトの種類

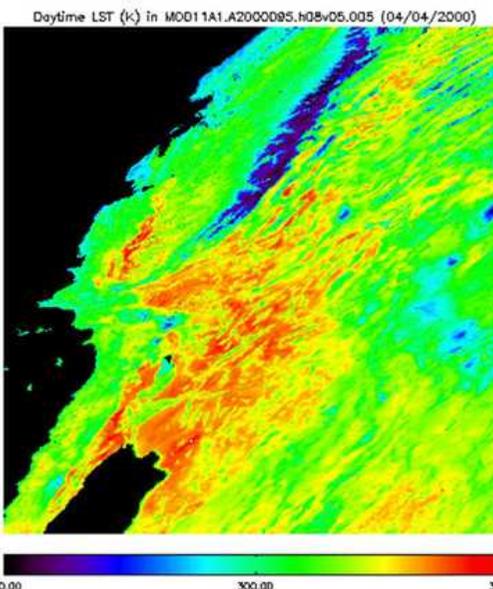


Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

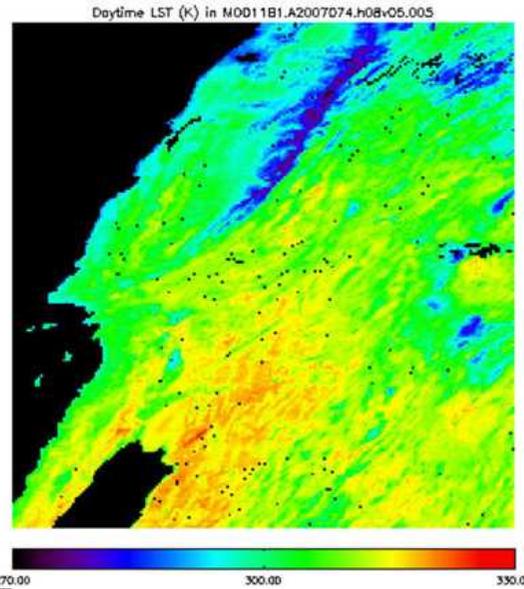
< 衛星MODIS地表面温度プロダクトの種類 >

- Land Surface Temperature/Emissivity 5-Min L2 Swath 1km
- Land Surface Temperature/Emissivity Daily L3 Global 1km
- Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 1km
- Land Surface Temperature/Emissivity Daily L3 Global 6km
- Land Surface Temperature/Emissivity Daily L3 Global 0.05Deg
- Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 0.05Deg
- Land Surface Temperature/Emissivity Monthly L3 Global 0.05Deg

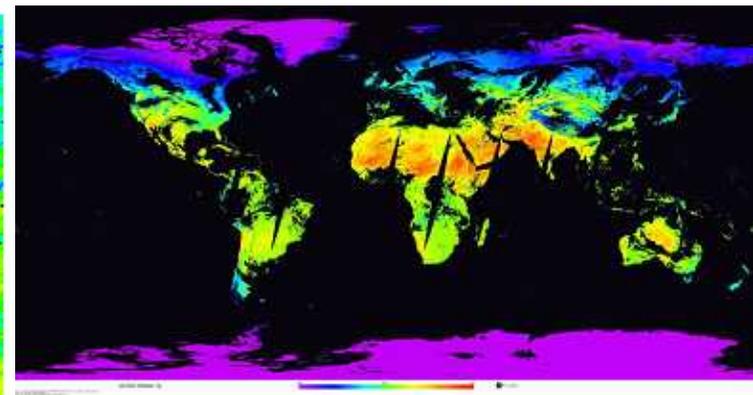
1kmメッシュ



6kmメッシュ



0.05度メッシュ



出典 : NASA

<http://edcdaac.usgs.gov/dataproducts.asp>

都市環境のモニタリング

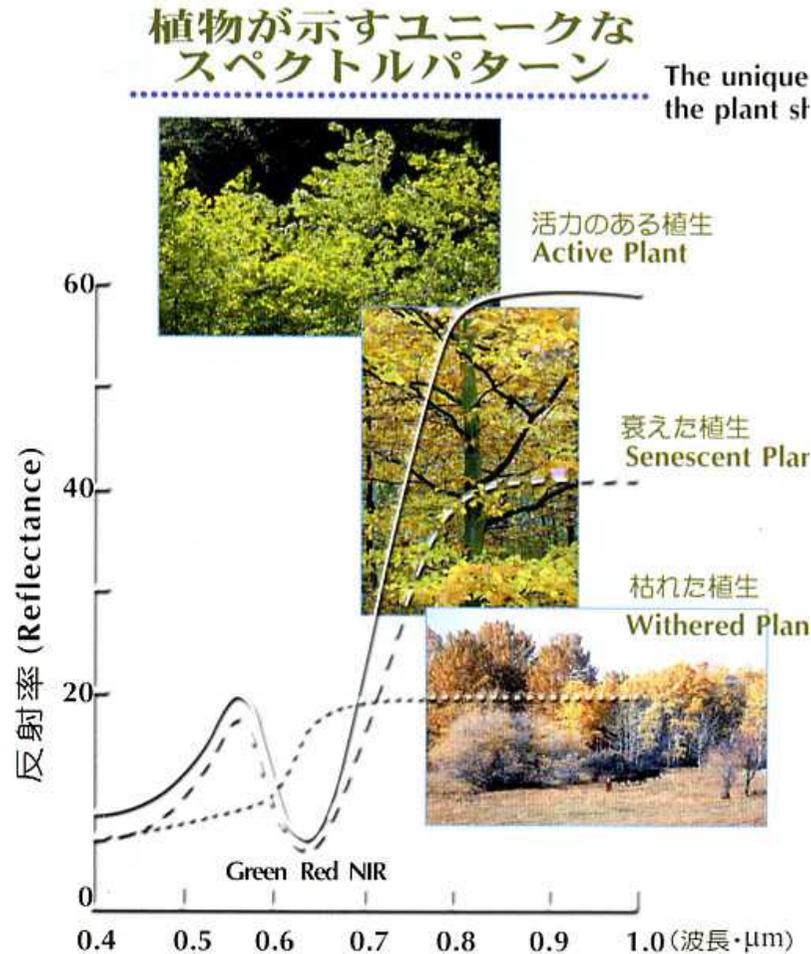
都市環境(陸域環境含)の把握方法

植物活性度調査



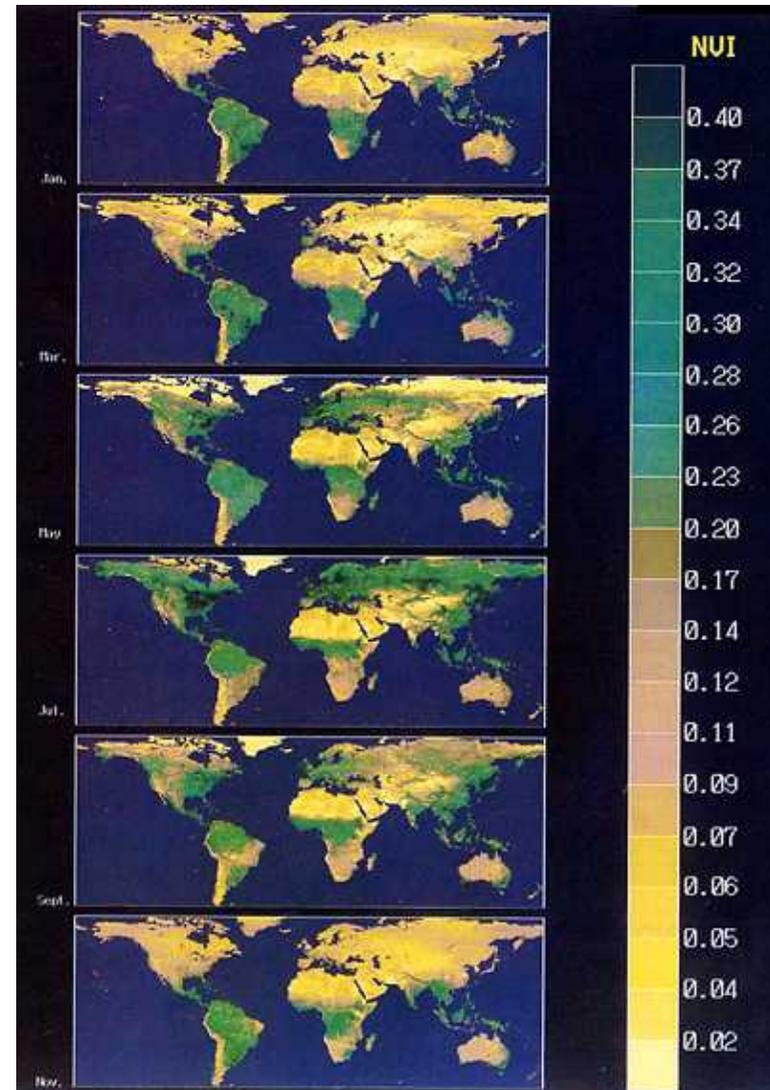
Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

衛星による植生モニタリング例



植生の状態による分光反射率

Spectral reflectance curves for vegetation in various conditions.



都市環境のモニタリング

衛星から撮影された植生指数画像(東京の例)

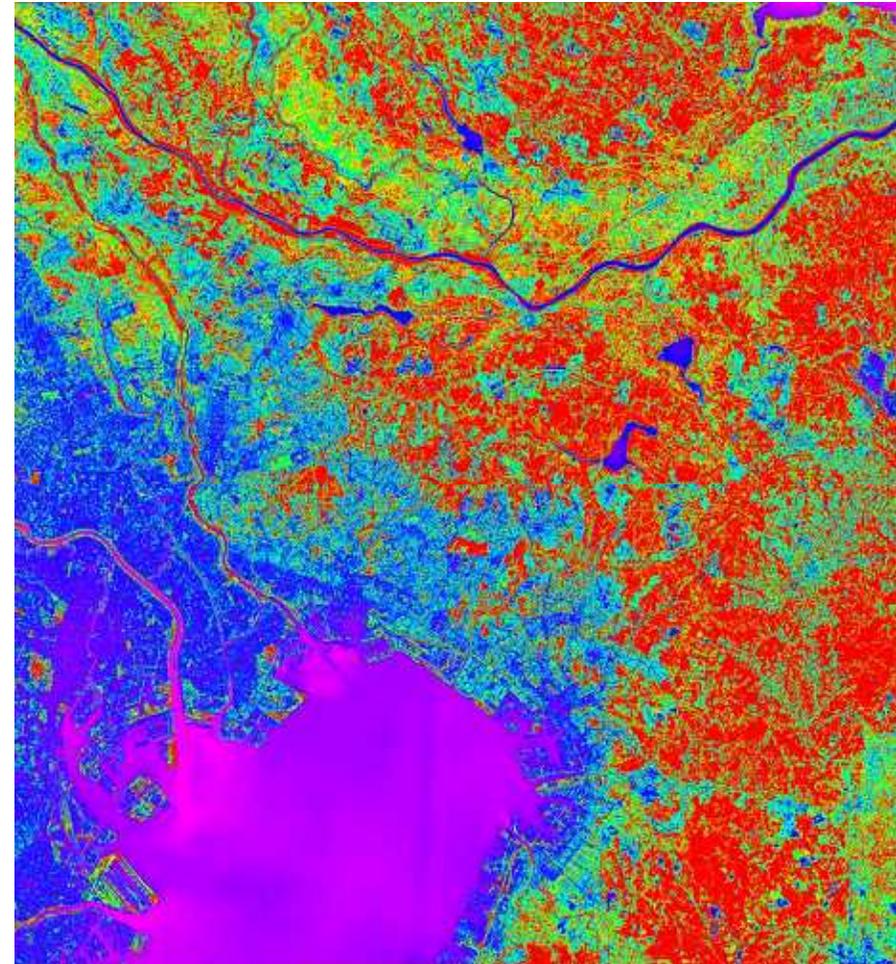


Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

可視画像(15m解像度)



植生画像(15m解像度)



撮影センサ:Terra/ASTER(撮影日時:2005/9/3 AM11:00),データ提供:ERSDAC,データ処理:作野(広島大学)

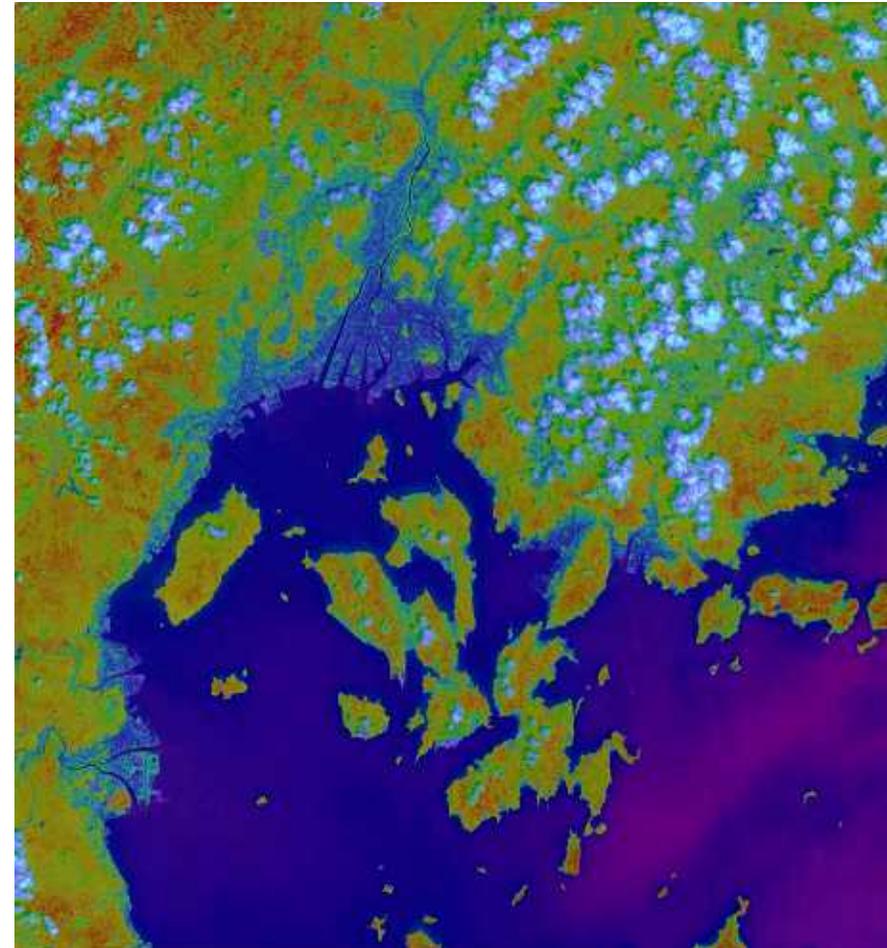
都市環境のモニタリング

衛星から撮影された植生指数画像(広島の場合)



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

可視画像(15m解像度)



撮影センサ:Terra/ASTER(撮影日時:2001/8/3 AM11:00),データ提供:ERSDAC,データ処理:作野(広島大学)

都市環境のモニタリング

衛星から撮影された温度画像と植生画像の比較

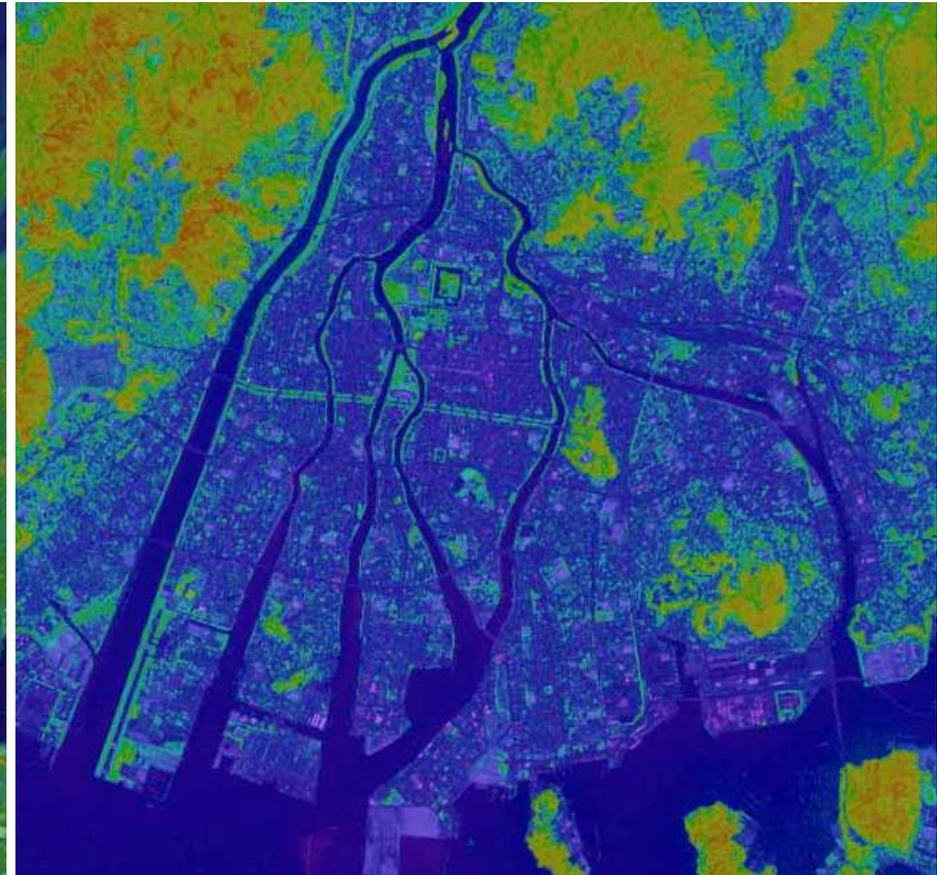


Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

温度画像



植生画像



撮影センサ:Terra/ASTER(撮影日時:2001/8/3 AM11:00),データ提供:ERSDAC,データ処理:作野(広島大学)

問:これらの図から何が読み取れるか?

都市環境のモニタリング

衛星データから作成される植生指数プロダクトの種類



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

< 衛星MODIS植生指数プロダクトの種類 >

Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m

Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500m

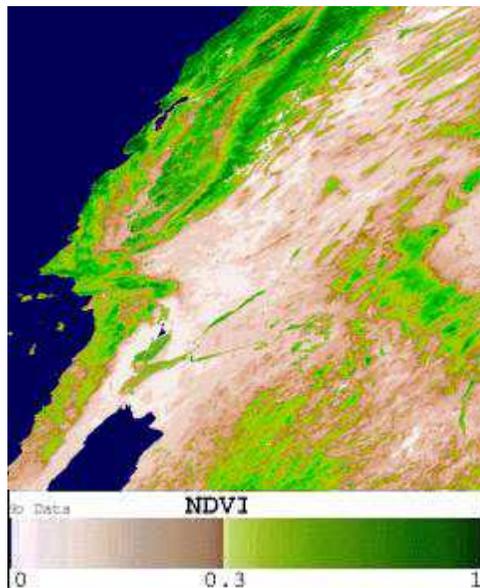
Vegetation Indices 16-Day L3 Global 1km

Vegetation Indices Monthly L3 Global 1km

Vegetation Indices 16-Day L3 Global 0.05Deg CMG

Vegetation Indices Monthly L3 Global 0.05Deg CMG

250mメッシュ



500mメッシュ



0.05度メッシュ



出典 : NASA

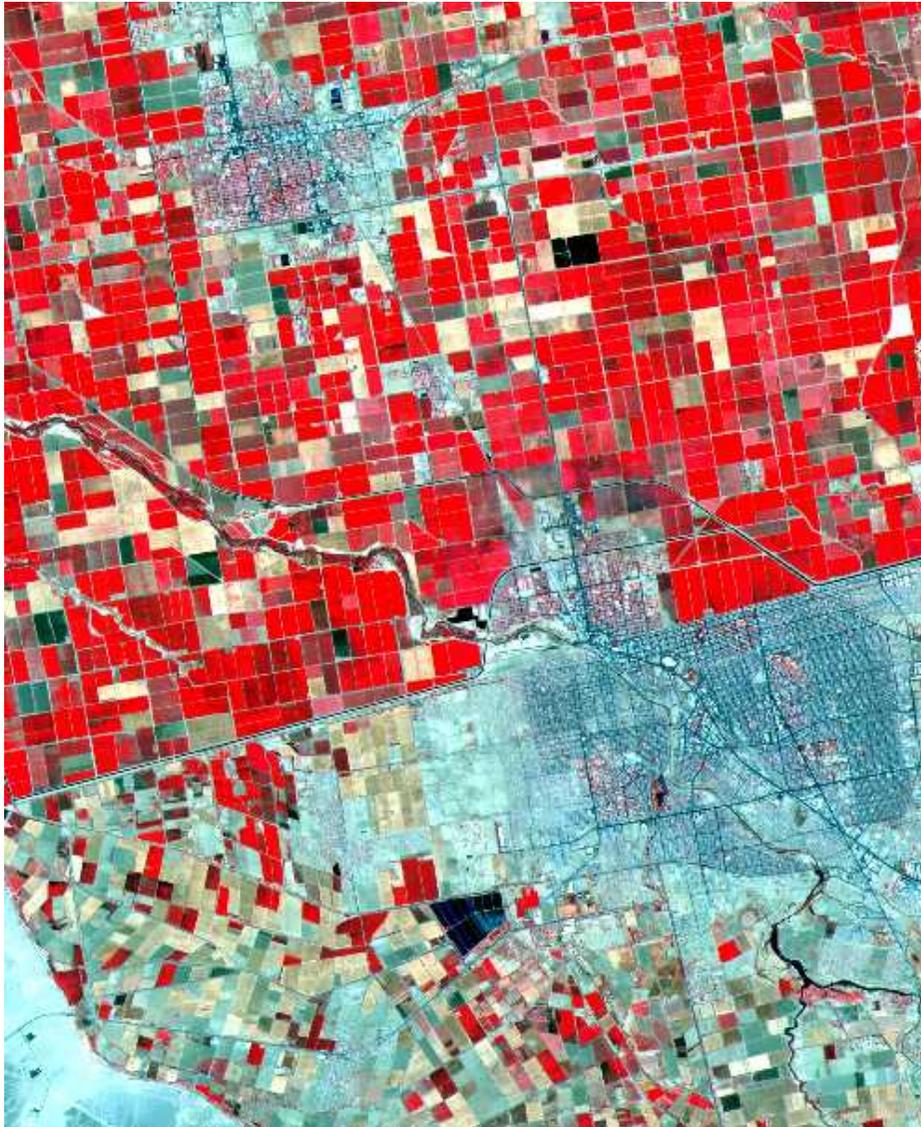
<http://edcdaac.usgs.gov/dataproducts.asp>

都市環境のモニタリング

ローカルな視点から 人間が作りだした自然(これはどこ?)



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University



撮影: 2000/5/19
サイズ: 24 × 30 km

都市環境のモニタリング

ローカルな視点から 人間が作りだした自然(これはどこ?)



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University



都市環境のモニタリング

ローカルな視点から 人間が作りだした自然(これはどこ?)



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University



都市環境のモニタリング

ローカルな視点から 不法投棄のモニタリング-1



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

前年度と現年度の写真を比較・解析し経年異動を自動的に抽出（赤色部分）。拡大した画像（左上）で山林部分が伐採され、がれき類と想定される野積みを確認できる。

都市環境のモニタリング

ローカルな視点から 不法投棄のモニタリング-2



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University

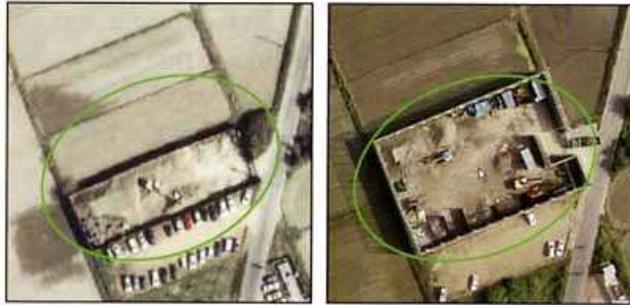


図2 農地部分（北側の）に拡大した処理施設



図5 農地（又は更地）の一部に土盛りが出現



図3 敷地内のがれき類が出現



図4 敷地内のがれき類の量が増加

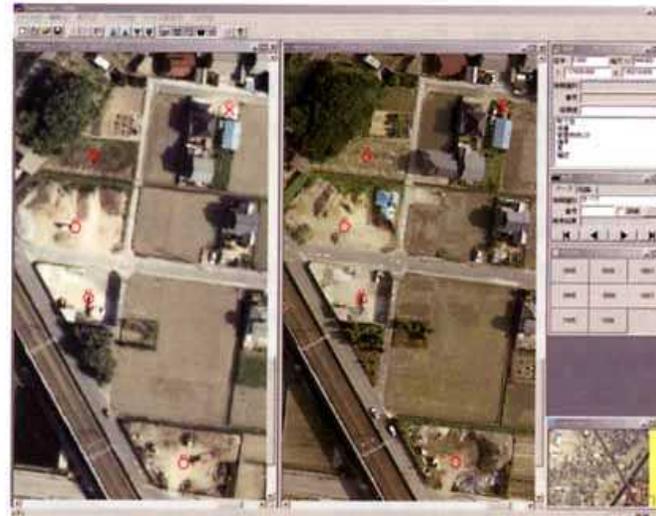


図6 判読結果ビューアシステム

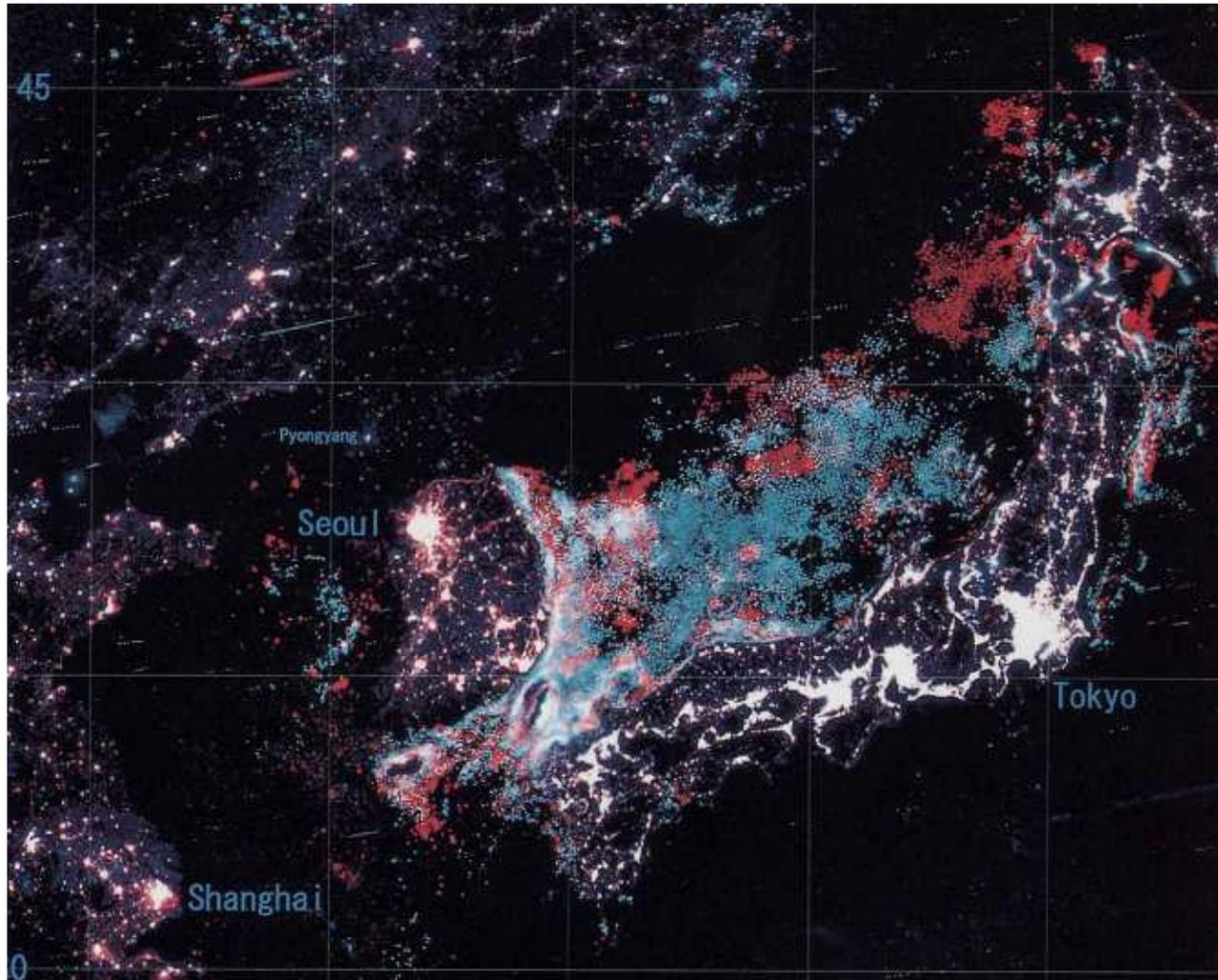
出典:加納泰希ほか, 写真測量とリモートセンシング, Vol.45, No.1, pp.3-4, 2006

都市環境のモニタリング

別視点から 夜間の光モニタリング



Social and Environ. Eng.
Graduate School of Eng.
Hiroshima University



DMSP画像(夜間の衛星可視画像, 1992-2000年の変化を表す)