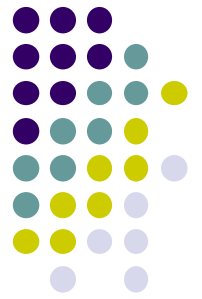


複数環境域負荷の同時制御を考慮した 流域管理政策

水野谷 剛（筑波大学 生命環境系）

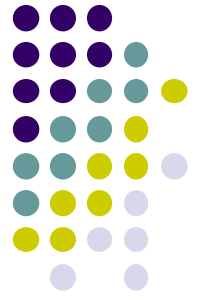


研究の対象地域・背景

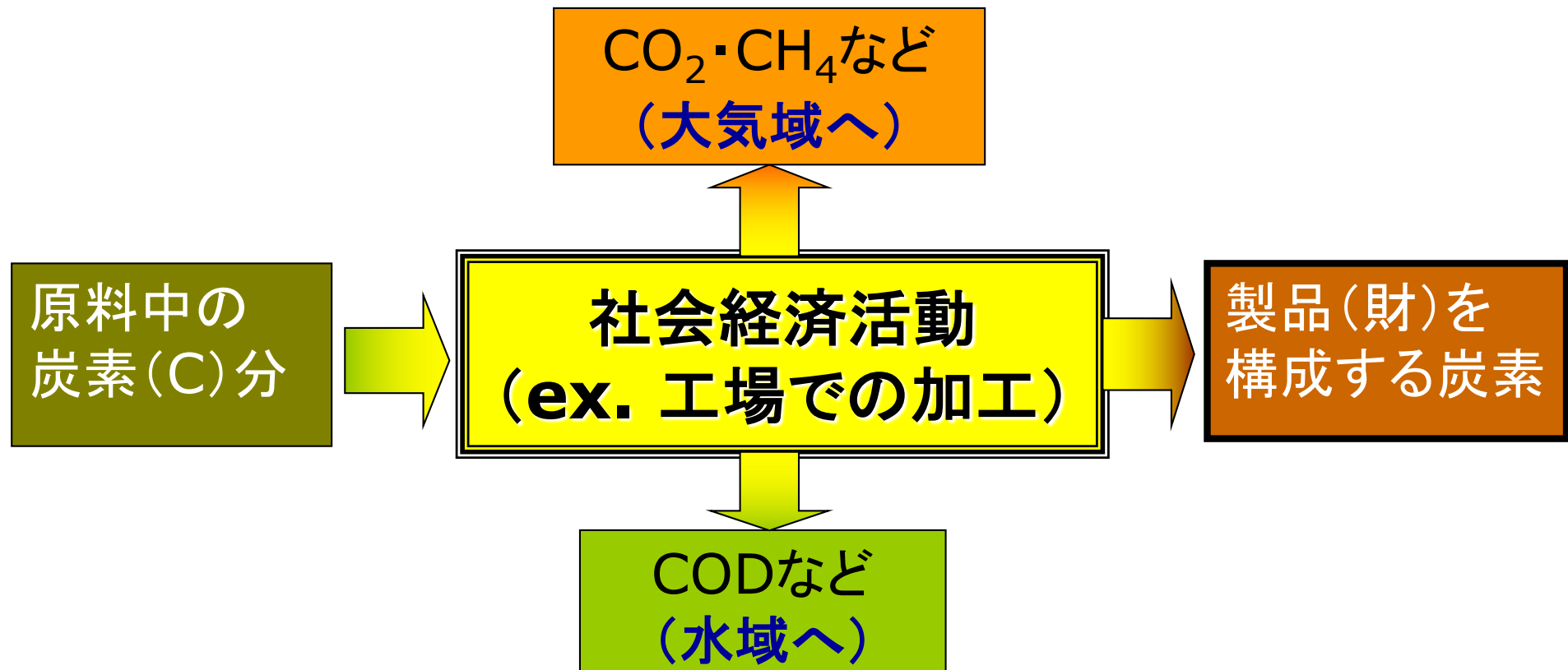
- 霞ヶ浦
水質悪化 (1970年代～)
- 地球温暖化などの環境問題の顕著化
窒素酸化物・硫黄酸化物等による湖沼への負荷
- 物質保存則

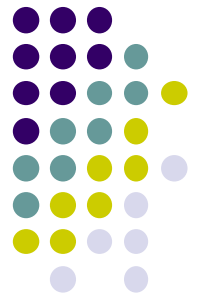
水質汚濁物質・大気汚染物質の両方の
制御を目的とした環境政策の必要性

物質収支 – 炭素を例に



- 反応の前後でそれぞれの元素の総量は一定





研究の目的

- 複数環境域の汚染制御を目的とする政策の導出

☆ バイオマス資源の活用

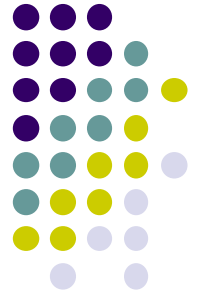
☆ 地域環境税-補助金の導入

- ・ 経済への影響（社会的な便益etc..）
- ・ 環境への影響（汚染負荷量etc..）

※対象期間： 2004年～2013年

実際の政策の検証

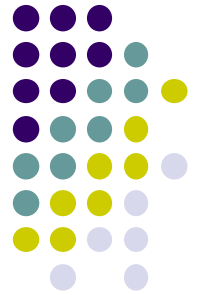
研究方法



- ① シミュレーションモデルの構築
- ② コンピューターシミュレーション
- ③ 導出解の分析・評価

シミュレーションモデルについて

拡大産業連関分析モデル



- 社会経済モデル

政産業の需給バランスや家計・政府の収支を記述

- 水質汚濁物質動態モデル

水質汚濁物質の動態を記述

- 温室効果ガス・大気汚染物質動態モデル

温室効果ガス・大気汚染物質の動態を記述

- エネルギー収支モデル

バイオマスプラントでの発電やその利用などを含めた流域内の全てのエネルギー収支を記述

- 価値バランスモデル

各産業における価格決定構造(原料購入や給与支払い等)を記述

→ 政策が経済(波及効果)や環境に与える影響が分析出来る

→ 経済への影響を最小限にして環境負荷を削減するための政策の
導出

モデルの特徴:

温室効果指数を考慮した温室効果ガスの総体制御



$$TGG(t) = AZ_1 + AZ_2 \cdot GWP_2 + AZ_3 \cdot GWP_3$$

(二酸化炭素重量換算温室効果ガス総排出量)

=

(二酸化炭素排出量) (バイオマス発電によるカーボンニュートラルを考慮)

+

(メタン排出量)

* (二酸化炭素の温暖化効果を1としたときのメタンの地球温暖化指数=23)

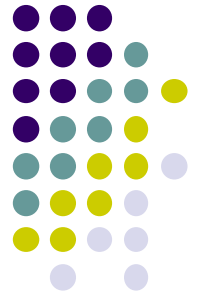
+

(亜酸化窒素排出量)

* (二酸化炭素の温暖化効果を1としたときの亜酸化窒素の地球温暖化指数=296)

シミュレーションの枠組み I.

分析対象とする河川，流域市町村名



図：分析対象地域

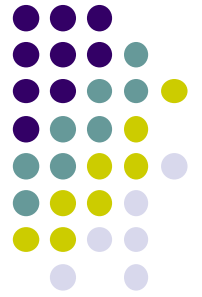
引用：財団法人茨城県科学技術振興財団「霞ヶ浦環境保全対策資料集」,2001

河川		流域市町村
No.	名称	名称
1	桜川	岩瀬町，大和村，真壁町，明野町，協和町，下館市，下妻市，つくば市，新治村，土浦市
2	清明川	美浦村
3	恋瀬川	千代田町
4	園部川	八郷町，石岡市，玉里村
5	梶無川	玉造町
6	小野川	荻崎町，牛久市，竜ヶ崎市，阿見町，江戸崎町，桜川村
7	一ノ瀬川	霞ヶ浦町
8	新利根川	利根町，河内町，新利根町，東町
9	鉾田川	旭村
10	巴川	岩間町，美野里町，茨城町，小川町，鉾田町
11	山田川	北浦町
12	(直接放流)	大洋村
13	雁通川	麻生町
14	(直接放流)	鹿嶋市
15	夜越川	牛堀町
16	前川	潮来町
17	常陸利根川	波崎町，神栖町

● 茨城県内の霞ヶ浦流域

※区域割り：合併前の旧市町村（41市町村）

シミュレーションの枠組み II.



排出制御対象とする
温室効果ガス・大気汚染物質
(大気域環境負荷物質)

Index	物質名
1	CO ₂
2	CH ₄
3	N ₂ O
4	NO _x
5	SO _x

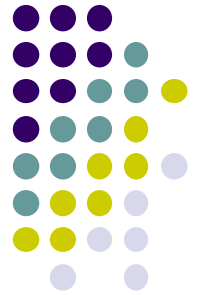
霞ヶ浦への流入制御対象とする
水質汚濁物質（水域環境負荷物質）

Index	物質名
1	全窒素 (T-N)
2	全リン (T-P)
3	COD

排出源：産業部門・家計・土地利用

シミュレーションの枠組み III.

産業分類



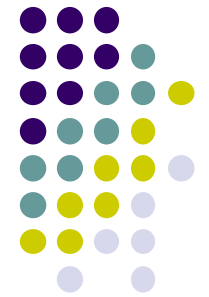
Index	産業名	備考
1	畑作農業	
2	稲作農業	
3	酪農業	
4	水産業	
5	養豚業	バイオマスエネルギー発生
6	電力・ガス・熱供給	電力発生
7	その他の工場・事業系産業	
8	その他の産業	



シミュレーションの枠組み IV.

水質汚濁物質生活系・面源系発生源分類

Index	生活系	面源系
	生活排水処理分類	土地利用分類
1	下水道	畑
2	農業集落排水	水田
3	合併処理浄化槽	山林
4	単独処理浄化槽	市街地
5	し尿処理場	その他の土地利用
6	雑排水未処理	



地域環境税収の支出先

政策実施対象	具体的な政策内容
養豚以外の産業	I.各産業への生産資本ストック減少補助金
養豚業	II. バイオマスリサイクルプラント の設置（プラントを設置する畜産農家に対して設置費用の3分の1の補助を行う）・生産資本ストック減少補助金
家計（市町村）	III. 市町村への下水道及び農業集落排水整備のための補助金支給 IV.市町村への合併処理浄化槽設置促進のための補助金支給
土地利用	V. 米生産者への施肥田植機購入補助金支給 VI.米生産者への溶出抑制肥料使用補助金支給 VII.農業生産者への補助金支給による耕作地の削減（休耕地への転換）



目的関数 : 累計地域総生産の最大化

$$\max \sum_{t=1} \frac{1}{(1+\rho)^{(t-1)}} GRP(t)$$

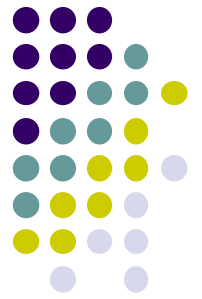
s.t.

2010年における二酸化炭素重量換算温室効果ガス総排出量 $\geq$ 1990年比 -6%
(2010年までに2004年-13.4%) → 京都議定書の達成

2013年におけるNO_x・SO_x排出量 $\geq$ 2009年比 -10%

2013年におけるT-N・T-P・CODの霞ヶ浦への流入量 $\geq$ 2009年比 -10%

※ 汚染物質排出量を上限設定した中で、経済活動を最大化させる政策とその効果はどのようなものか？

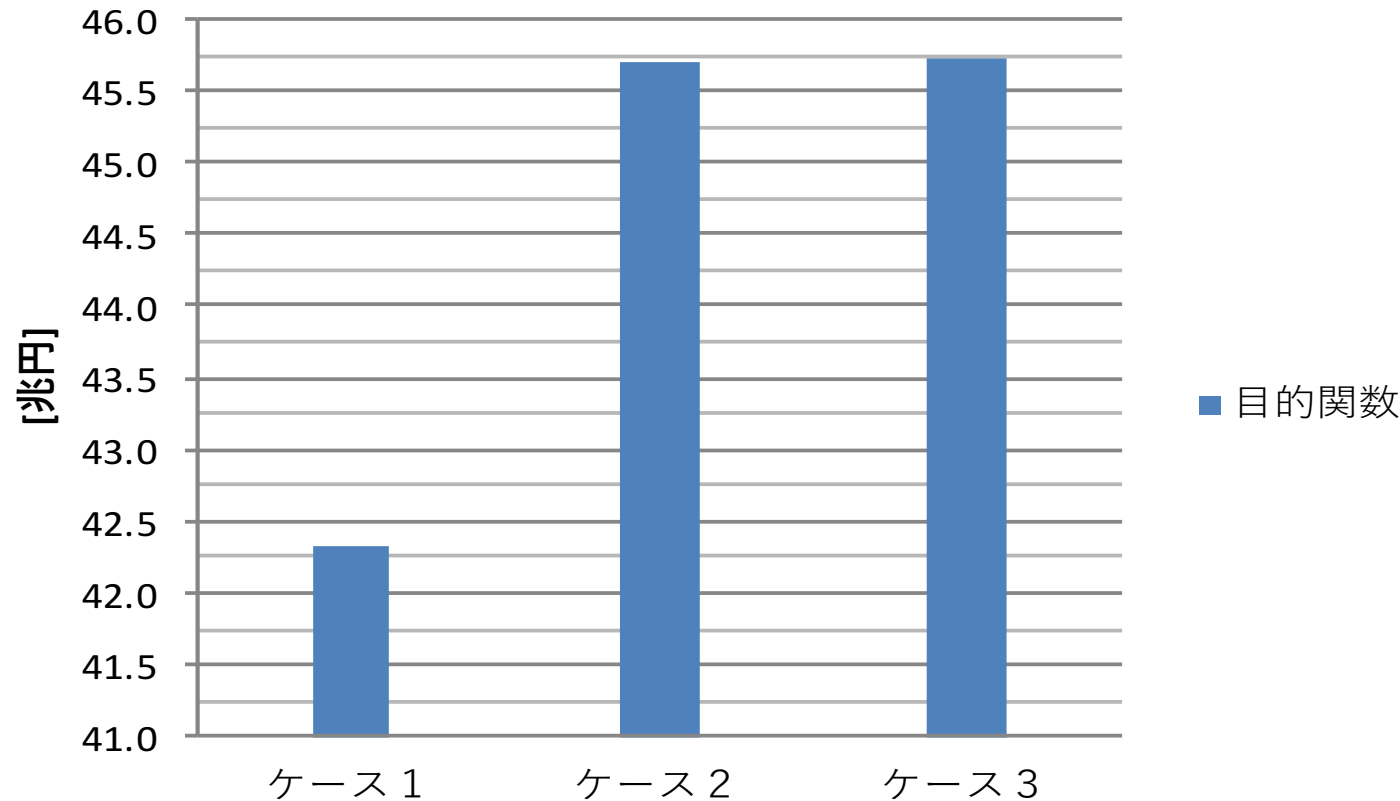
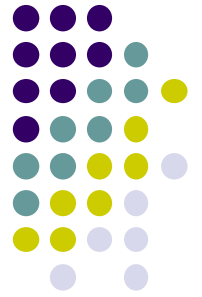


シミュレーションケース

- ケース1: バイオマスプラント・環境税**無し**
(財源: 県の一般会計)
- ケース2: バイオマスプラント**導入**・環境税**無し**
(財源: 県の一般会計)
- ケース3: バイオマスプラント・環境税**導入**
(財源: 排出税 + 県の一般会計)

※総支出額上限＝200億円

政策実施の効果



環境税無・プラントの社会的便益(プラント導入の有無による10年間累計地域総生産の差)
= **3兆3,618億円**程 (45兆6,992億円—42兆3,374億円)

環境税有・プラントの社会的便益(プラント導入の有無による10年間累計地域総生産の差)
= **3兆3,813億円**程 (45兆7,187億円—42兆3,374億円)

地域環境税の社会的便益(税の有無による10年間累計地域総生産の差)
= **195億円**程 (45兆7,187億円—45兆6,992億円)

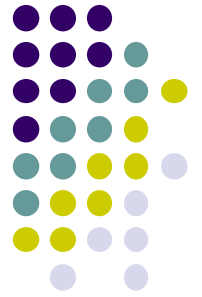


最適地域環境税率（物質ごと）

分類	物質名	税率	単位
温室効果ガス	CO ₂	0	万円/t
	CH ₄	989.4	
	N ₂ O	0	
大気汚染物質	NO _x	0	
	SO _x	0	
水質汚濁物質	T-N	0	円/kg
	T-P	0	
	COD	0	

CH₄は微量温室効果ガスとして知られ、排出量そのものはそれほど多いものではないが、CO₂の21倍の温室効果能を持つ温室効果ガス
→この結果は、目的税としての財源確保のためには温室効果ガスとしてのCH₄の排出に焦点を当てて課税すべきこと示す

最適地域環境税率（産業ごと）



部 門 名	税 率	単 位
畑 作 農 業	0.40	万円／生産額百万円
稲 作 農 業	0.40	
酪 農 業	4.15	
養 豚 業	4.15	
水 産 業	0.15	
電力・ガス・熱供給	0.32	
その他の工場・事業系産業	0.32	
その他の産業	0.08	

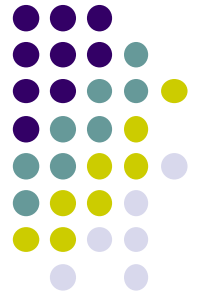
畜産業は、CO₂やNO_x、SO_x等の排出係数が小さい一方、地球温暖化係数の大きいCH₄やN₂Oといった微量温室効果ガスや水質汚濁物質の排出係数の大きな産業

→ 分析対象のプラントの想定規模は大型

→ 流域内では大規模養豚農家に91ユニットを設置出来る

→ 今後はより小規模でも効率的な処理の行えるプラントの開発が必要

バイオマスプラント設置支出1単位 当たりの社会的便益率



● ケース2

(環境税無・プラントの社会的便益) / (バイオマスプラント設置費用総額)

= (3兆3,618億円) / (91億円)

= 369.4

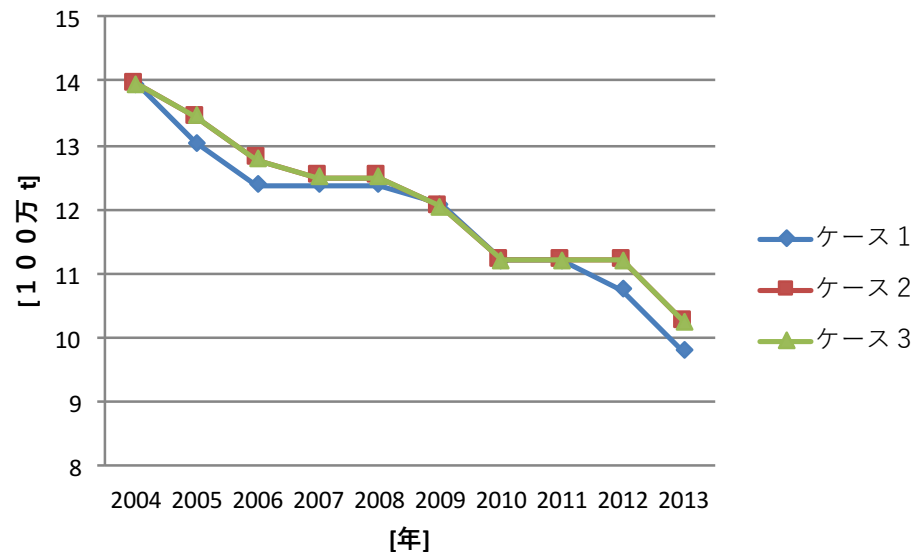
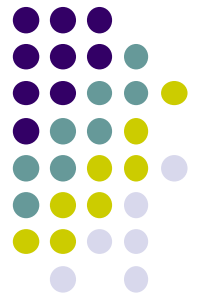
● ケース3

(環境税有・プラントの社会的便益) / (バイオマスプラント設置費用総額)

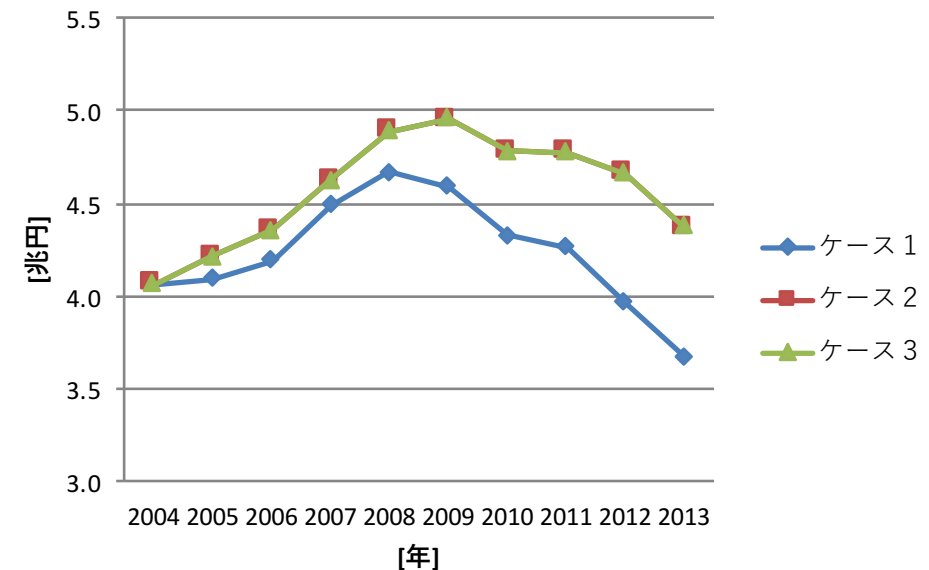
= (3兆3,813億円) / (91億円)

= 371.6

二酸化炭素換算温室効果ガスの 変化とGRP



図： 二酸化炭素換算温室効果ガスの変化

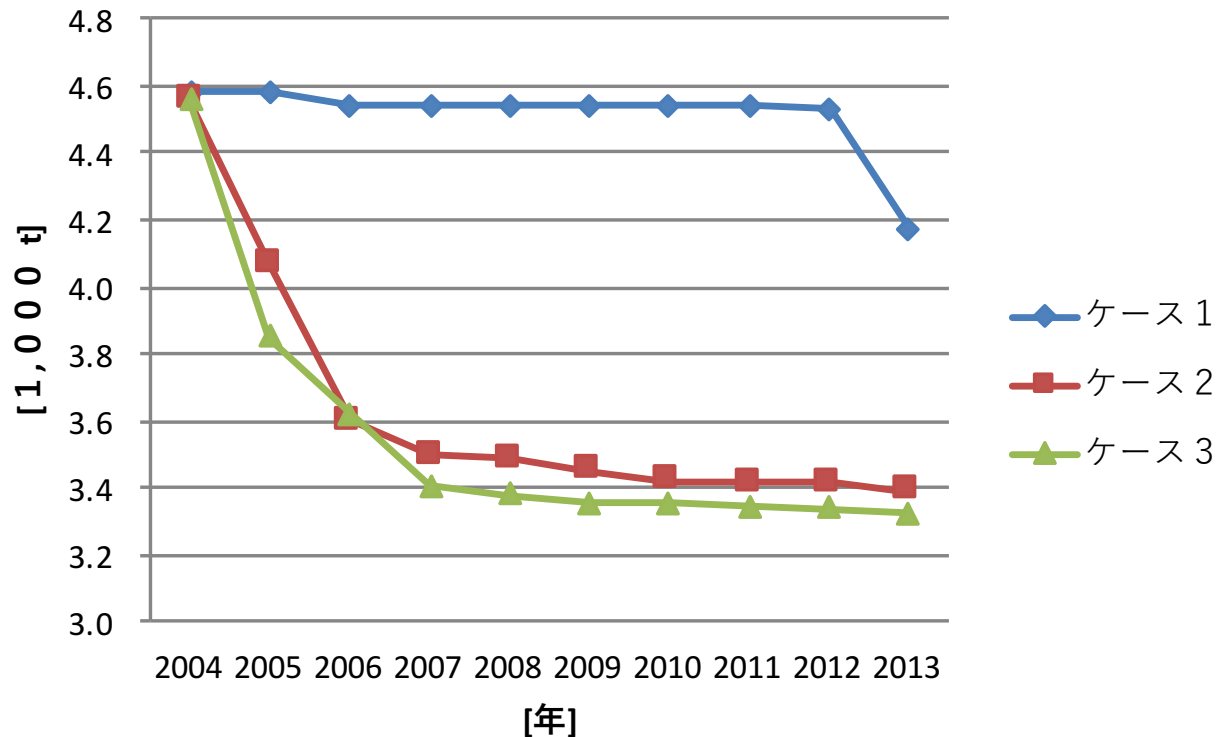


図： 地域総生産の経年変化

GHGの排出量は京都議定書の削減割り当てを達成出来るが、ケース2および3では**ケース1に比して若干累積排出量が増加**

→プラントの導入により、環境と経済のトレードオフ関係が改善され、経済活動を活発化させながら環境削減を行えるようになるため

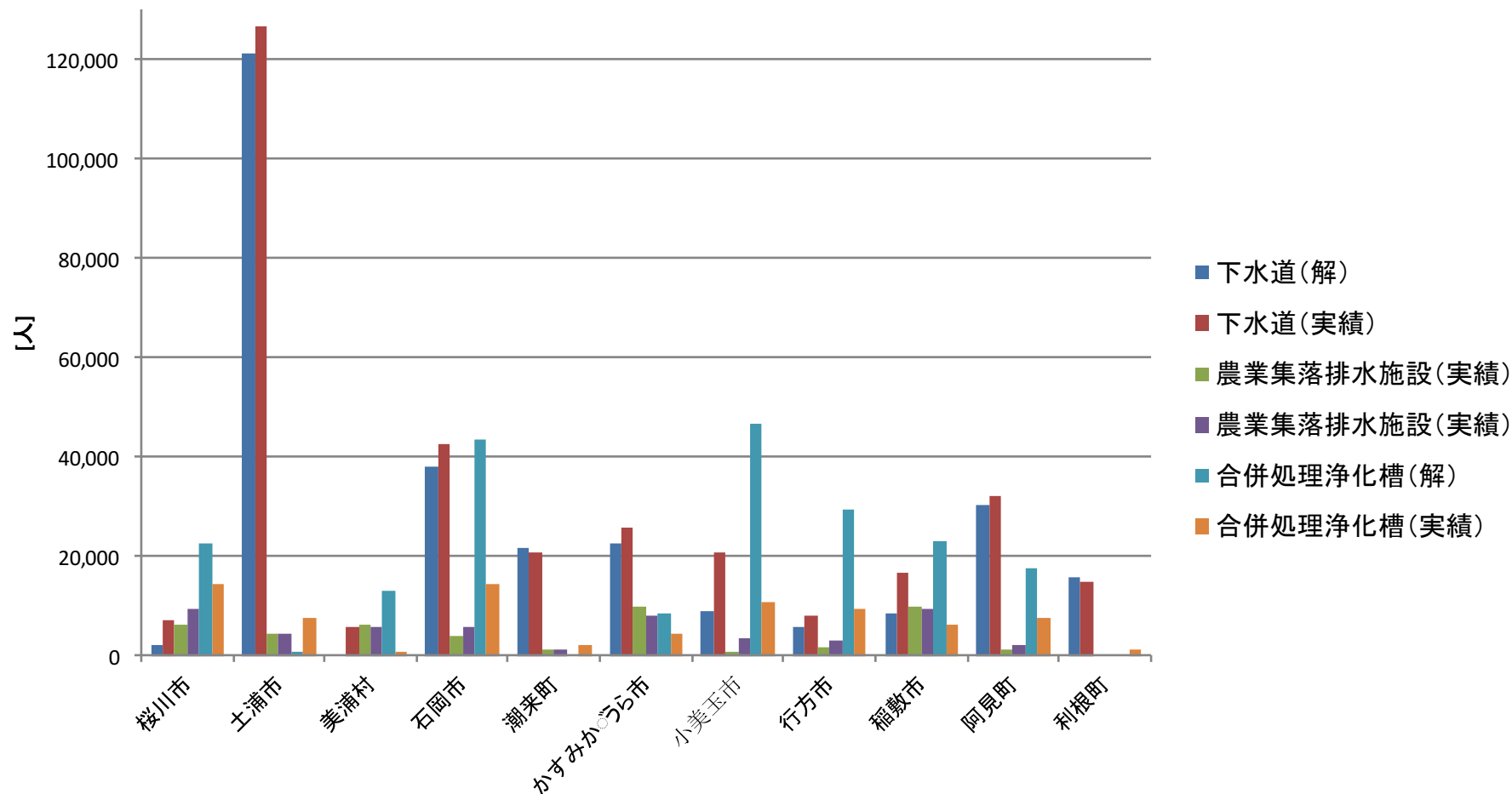
霞ヶ浦への全窒素流入量



バイオマスプラントの設置の最適タイミングは最初の3年間・設置後に流入量は急激に減少
→畜産業のT-N排出係数は処理方法により異なるが、平均して16.87kg/生産額百万円-年と非常に大きく、これに対してプラントの排出係数はほぼ0→この差は非常に大きな効果をもたらす

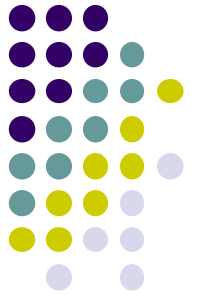
プラント設置の直接的、間接的効果として、ケース2では10年間の累積でケース1に比して4,200t、ケース3では4,500tの全窒素削減が可能→流域全体の負荷量の1年分に相当

家庭排水処理施設別人口 (合併後の市町村)



最適解に比して、下水道設置人口が多い→下水道人口は都市化の指標の一つ
地域によっては、合併浄化槽の方が費用対効果が大きい

結論



- 環境修復新技術の導入は環境税とともに
行うと社会全体として効率的
- 財源確保のためにCH₄の排出に焦点を
当てて課税
- バイオマスプラントの社会的有用性は非
常に高い
- 生活排水対策