

福岡水素エネルギー戦略会議 高効率水素製造研究分科会

バイオマスからの 水素ステーション構築について

平成24年11月20日(火)

九州大学大学院工学研究院機械工学部門

日本ガス協会水素製造システム研究室

教授 田島正喜



はじめに

- バイオマスの利活用推進の多くを占める方法のひとつが、**熱電併給利用（コジェネレーション）**，2003年のRPS法施行
→ **収集・運搬に対する経済的課題が大きい，数十キロの範囲内のバイオマスを収集する必要，バイオエタノール製造でも同様**
- **水素は，様々な一次エネルギーから製造しうるクリーンエネルギー**
→ **製造過程でCO₂を排出するケースあり**
- **燃料電池自動車（FCV）の開発**
→ **水素ステーションでの水素供給をバイオマス原料で**

バイオマスの収集・運搬の課題は軽減されることが予想され，再生可能エネルギーの地産地消の観点でも非常に有効な活用方法

本分野での既往の研究

■ バイオマスからの水素製造に関する諸研究

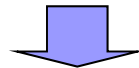
幅広いバイオマス種を対象にした基礎的なもの、実用化・実証段階のものは少ない

バイオディーゼルやバイオエタノールの水蒸気改質、グルコースの超臨界水ガス化による水素製造法、エステル化副生グリセリンの水素発酵 等

■ 水素社会構築におけるバイオマスの位置付け

・一般に再生可能エネルギーは一次エネルギーとしては量的に乏しく、エネルギー転換効率も低いため、まずは、化石原料からの水素（都市ガス改質水素や石油コンビナートでの副生水素等）により水素ステーション構築が開始されると見られている。

・再生可能エネルギーからの水素製造の実現は、化石燃料からの水素製造にCCS (Carbon Capture and Storage)が採用される時期（2020年頃以降）頃より導入が始まると目されている。

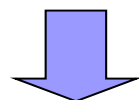


バイオマスー水素による水素ステーション構築に関する具体的研究・検討は、あまり進んでいないのが現状だが、CO₂排出の少ない水素製造の観点から、本分野での研究の今後に期待

論点

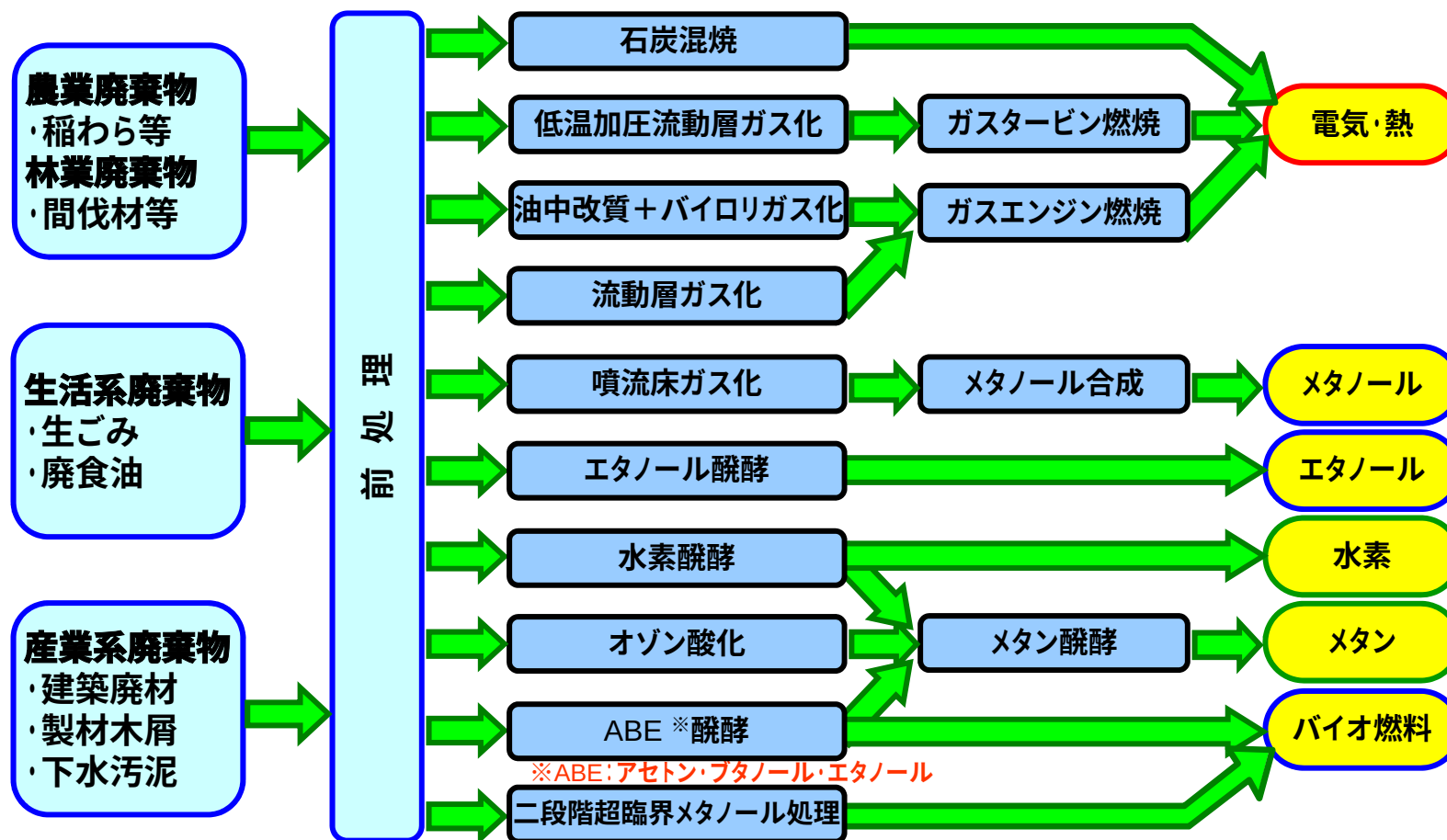
- バイオマスー水素製造モデルは、① バイオマスの利活用が推進し、かつ基礎的な②水素供給インフラの整備が進行した上で達成できる、言わば**ダブルの条件をクリアする必要のある困難な課題**のように見える。

⇒ふたつの条件は、単独に達成することには未だ多くの課題が存在するが、同時に達成することを視野に入れば、**バイオマスの収集運搬距離を短くでき**、かつ、バイオマス賦存サイトでの**CO₂排出の少ない水素ステーション構築**に資するという、**双方の課題を補完**し合って達成可能なモデルとなる可能性を秘めている。



バイオマスから水素を製造し、水素ステーションにてFCVに供給するモデルの、定量的かつ経済的な実現可能性を検討する。

バイオマスからのエネルギー転換経路



出典: NEDOパンフレット, バイオマスエネルギー高効率転換技術開発

バイオマス種と転換技術のマトリックス

			バイオマス資源										
			木質系バイオマス		製紙系バイオマス	草本系バイオマス		糞尿・汚泥		食品廃棄物	その他		
						草・牧草・海藻	水・農業残渣				でん糖・ぶん	植物油	
Dry/Wet			D	D	D	D	W	D	W	W	W	W	W
例示			製材・林地残材・間伐材	建築廃材	古紙	ネピア・牧草・アグラス	ホテイアオイ	トウモロコシ・稲藁・もみ殻・麦藁	家畜糞尿	下水汚泥・尿浄化槽汚泥	食品加工廃棄物・厨芥、水産加工残渣	甘藷	廃食用油、パーム油、菜種油
転換技術	燃焼	直接燃焼ボイラ	◎	◎	◎			◎		◎			
		直接燃焼発電	◎	◎	○			◎	△		◎		
		固形燃料化	◎	◎				◎		○	◎		
		混焼発電	◎	◎				◎	△	○	◎		
	熱化学的変換	熔融ガス化	○	◎									
		固定床ガス化	◎	○					○				
		低温流動層ガス化	○	○									
		噴流床ガス化	○	○		○		○					
		高カロリーガス化	○	○		○		○					
		急速熱分解	◎	○	○	○	○	○	○	○	○		
		スラリー燃料化	○	○	○	○	○	○	△	○	○		
		直接液化	○	○	○	○	○	○	△	○	○		
		超臨界水ガス化	○			○	△			○	○		
		超臨界メタノール処理	○		○								○
		炭化	◎	○	○	△	△	○		○	○		
	エステル化											◎	
生物化学的変換	メタン発酵	△			△	◎	◎	◎	◎	◎			
	エタノール発酵	○	○	○				○			○		
	アセトン・ブタノール発酵										○		
	水素発酵			○	○	○	○	○	○	○	○		

◎:実用化実績のある組み合わせ

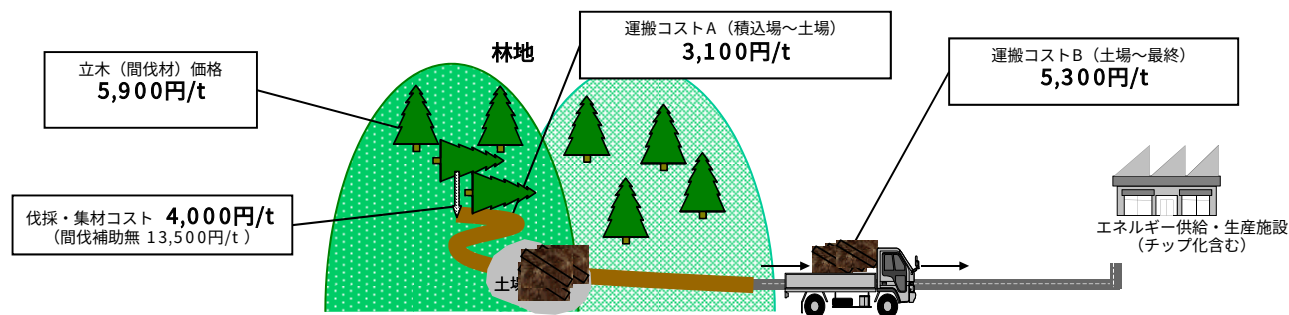
○:実験段階もしくは実証段階の組み合わせ

△:フィージビリティスタディが行われている組み合わせ

出典: (株) 三菱総合研究所, 平成14年度新エネルギー等

導入促進基礎調査

バイオマスの収集・運搬コスト (コジェネ100t/d規模)



間伐材調達費 18,300円/t (立木価格、伐採・集材コスト、運搬コストA, B)

10km以内ならコストB
は50%以上削減可

運搬コストBの輸送距離と運賃

状 態	価格 (円/wet- t)
立木 (間伐材)	5,900
伐採・収集コスト	4,000
運搬コストA (積込場～土場)	3,100
運搬コストB (土場～最終消費地) 63.4 km	5,300
合計費用	18,300 (コストB比 率=約30%)

輸送距離	運賃
$x \leq 10\text{km}$	230.3円/km・t
$10\text{ km} < x \leq 50\text{ km}$	57.9円/km・t + 1,724円/t
$50\text{ km} < x \leq 100\text{ km}$	50.6円/km・t + 2,090円/t
$100\text{ km} < x \leq 200\text{ km}$	31.4円/km・t + 4,010円/t
$200\text{ km} < x \leq 500\text{ km}$	27.5円/km・t + 4,790円/t
$500\text{ km} < x$	27.7円/km・t + 4,690円/t

現実的な
ケース

木質バイオマス：Wet Base

出典：(株)三菱総合研究所, 平成14年度新エネルギー等導入促進基礎調査
(バイオマスエネルギー開発・利用戦略に関する調査研究) METI新エネ課

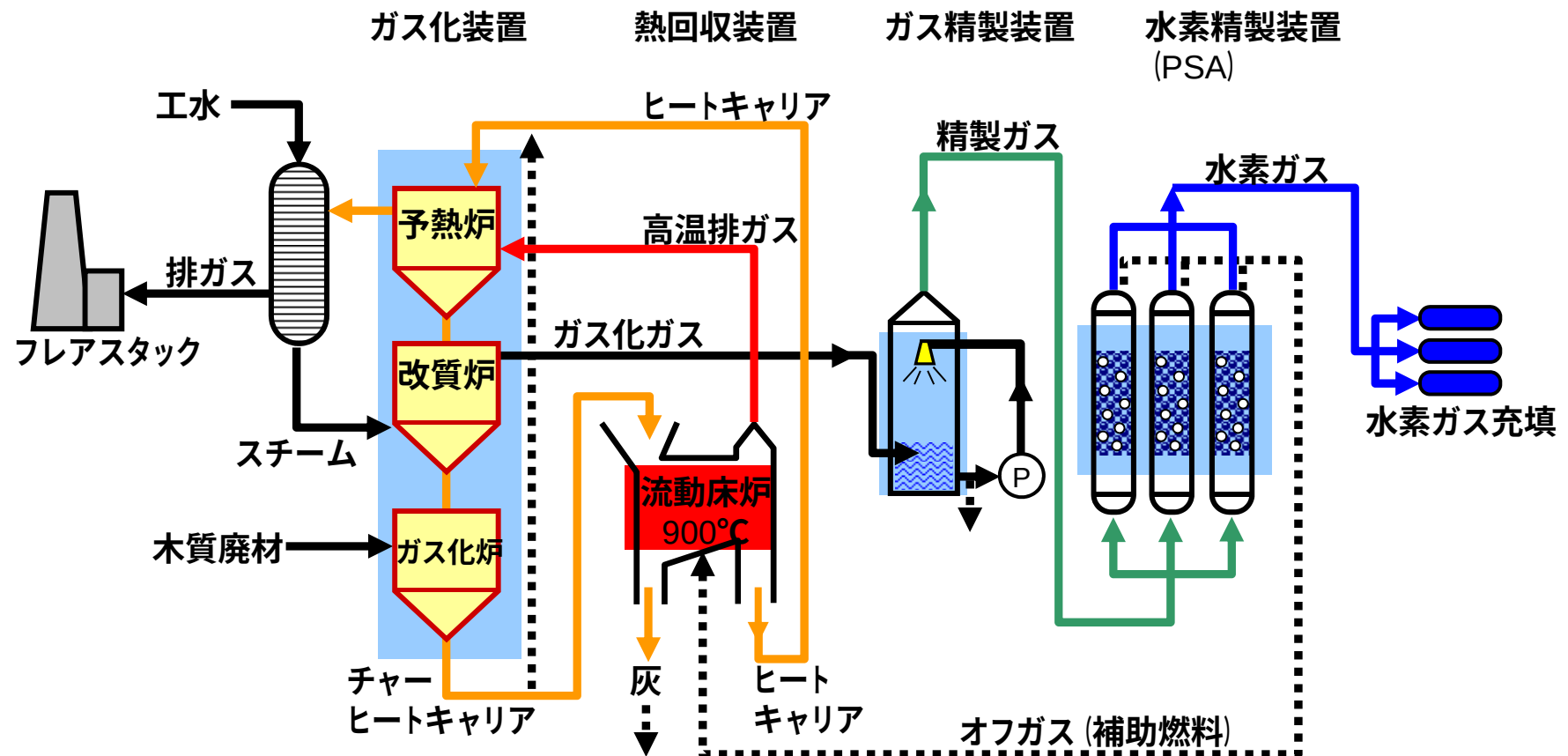
バイオマスから水素製造方法の分類

バイオマス種		変換技術	H2分離	ガス組成, エネルギー効率等	参照	段階
ドライ	木質系バイオマス (林地残材、間伐材、製材廃材、草本系、農地残材等)	低温流動床ガス化	PSA分離	H2: 66%, CH4: 2%、冷ガス効率70%程度	B:10t/d (dry base)	実用
		部分酸化ガス化 (噴流床等)		H2: 62%、冷ガス効率60%程度	B:10t/d (dry base)	実証
		水蒸気ガス化	PSA	H2:60% 約17Nm3/h (H2)	B:1.4t/d (wet base)	実用
			CaO吸収	H2: 83%, CH4: 15%	B: 1kg/h時、生成ガス量 0.5Nm3/h	実証
	牧草、海草(林地残材、間伐材)	超臨界水ガス化	PSA	H2:10%以下, CH4:45%程度	ガス改質要	実証
	農業残渣	乾式メタン発酵 + 水蒸気ガス化	PSA	CH4:60%, CO2:40%	B:50t/d (wet base) 生ごみ	実用
ウェット	古紙、草本系	水素発酵、メタン発酵 + 水蒸気ガス化	PSA	H2:5.23mol/dry-kg、CH4:8.39mol/dry-kg(草本)	NEDO実績からの推定	実証
	家畜糞尿、食品廃棄物、海草、下水汚泥	メタン発酵 + 水蒸気ガス化	PSA	CH4発酵: E効率約40%、改質: 熱効率67%	B:10t/d (dry base)	実用
		水素発酵、メタン発酵 + 水蒸気ガス化	PSA	H2:2.95mol/dry-kg、CH4:8.57mol/dry-kg	NEDO実績からの推定	実証
	下水汚泥、食品廃棄物	超臨界水ガス化	PSA	H2:10%以下, CH4:50%程度	ガス改質要	実証

Et-OH, BDF等液体燃料からの水素製造は、効率上明らかに不利のため除く

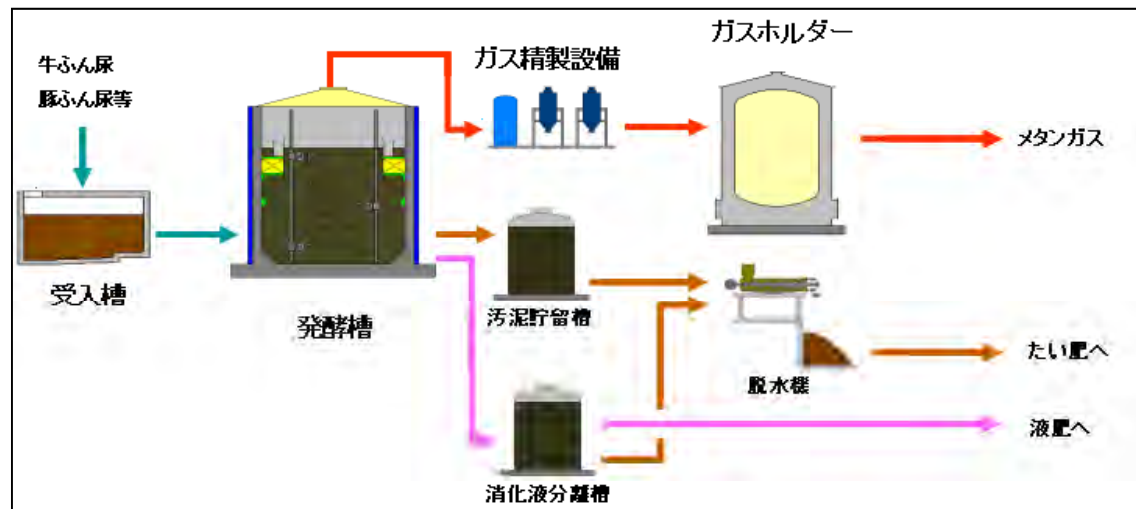
PSAにおける水素回収率: 80% (高圧仕様)

木質バイオマス水蒸気改質水素製造フロー (ブルータワープロセス)



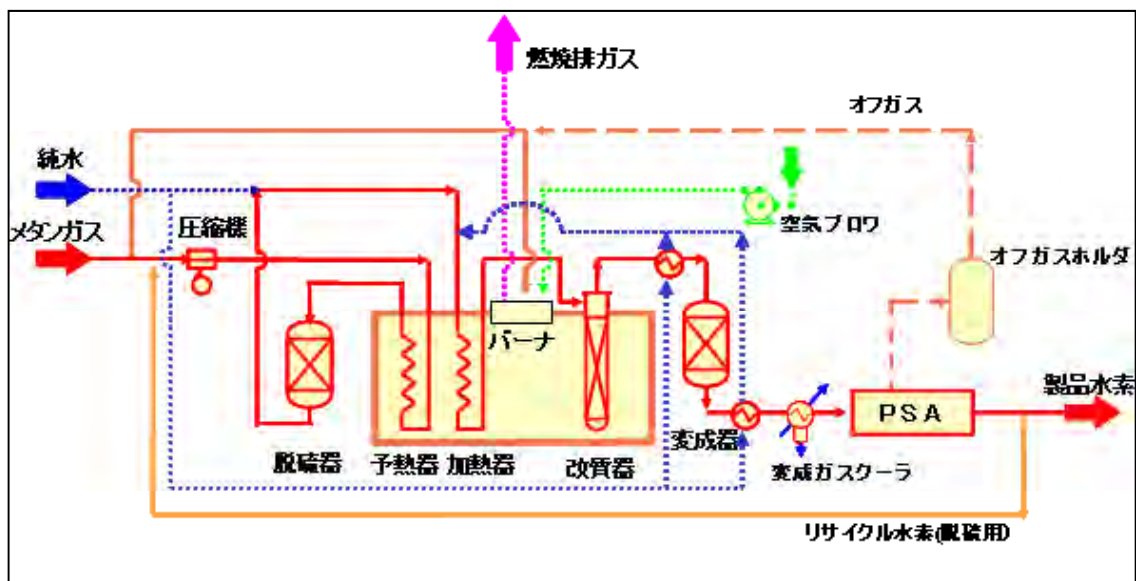
メタン発酵とメタンの水蒸気改質水素製造フロー (畜産廃棄物, 下水汚泥に適用)

メタン発酵 ステージ



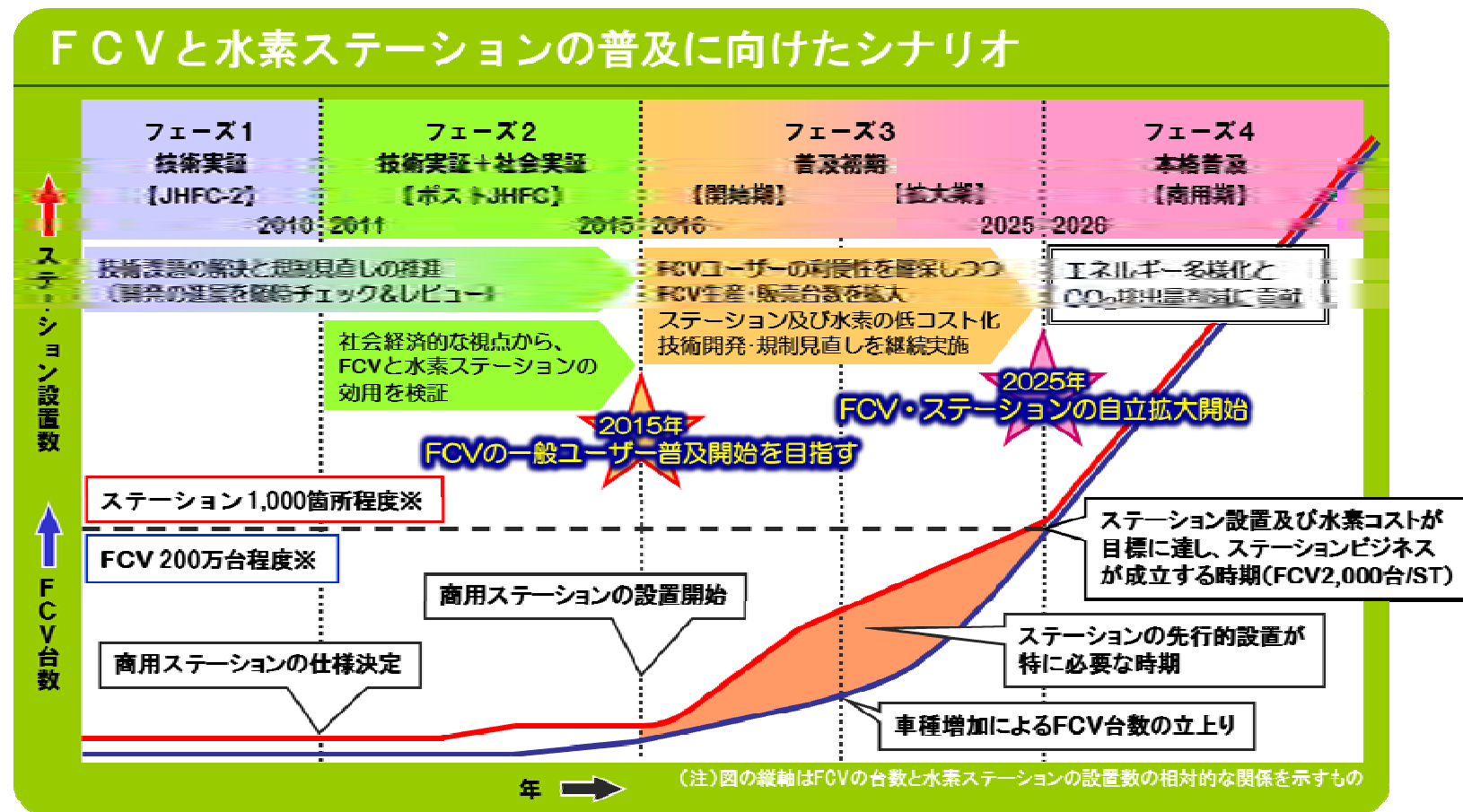
メタン改質 ステージ

都市ガス改質水素製造も同一フロー



FCVと水素ステーションの普及に向けたシナリオ

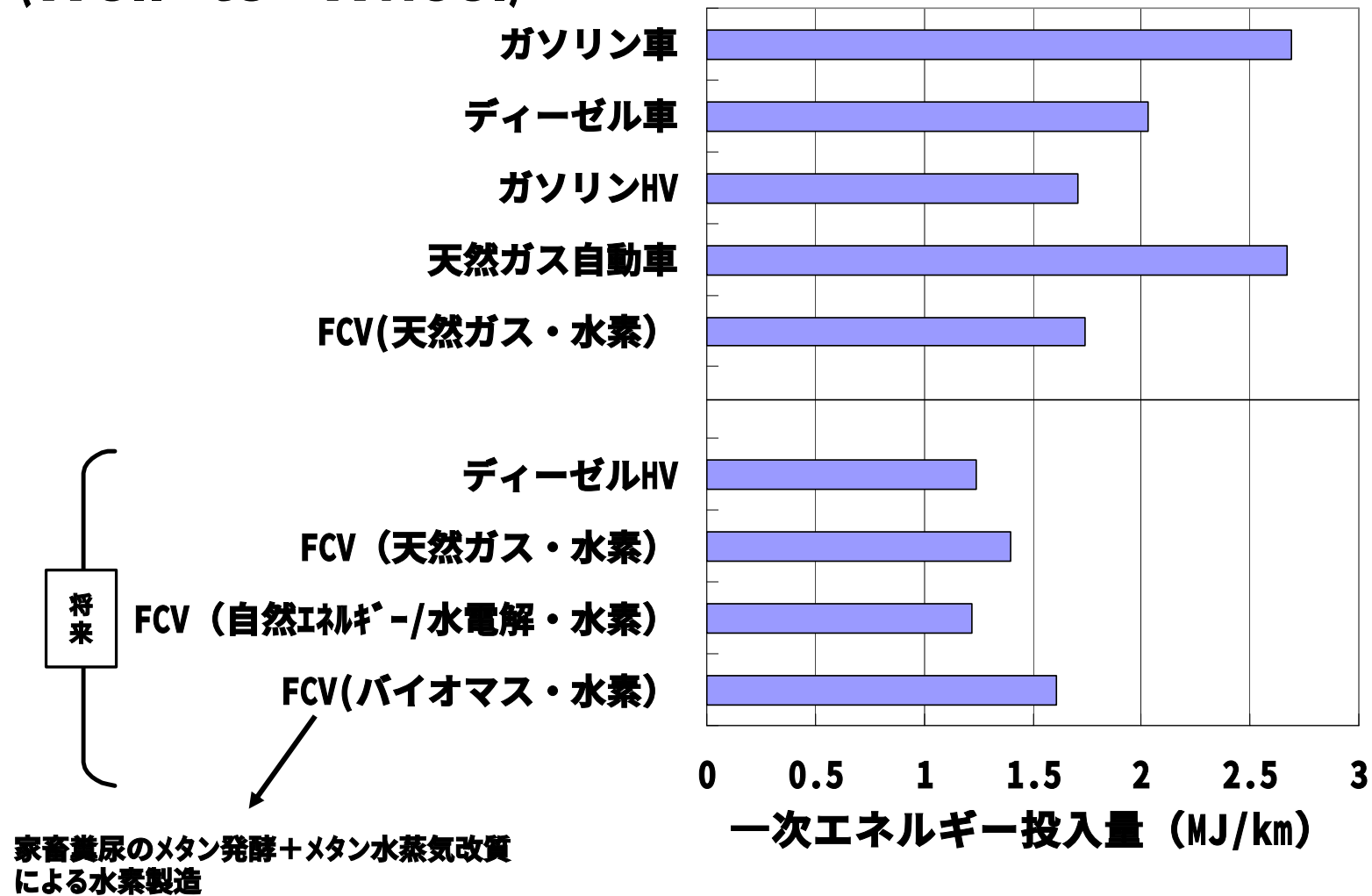
燃料電池実用化推進協議会 (FCCJ) 作成



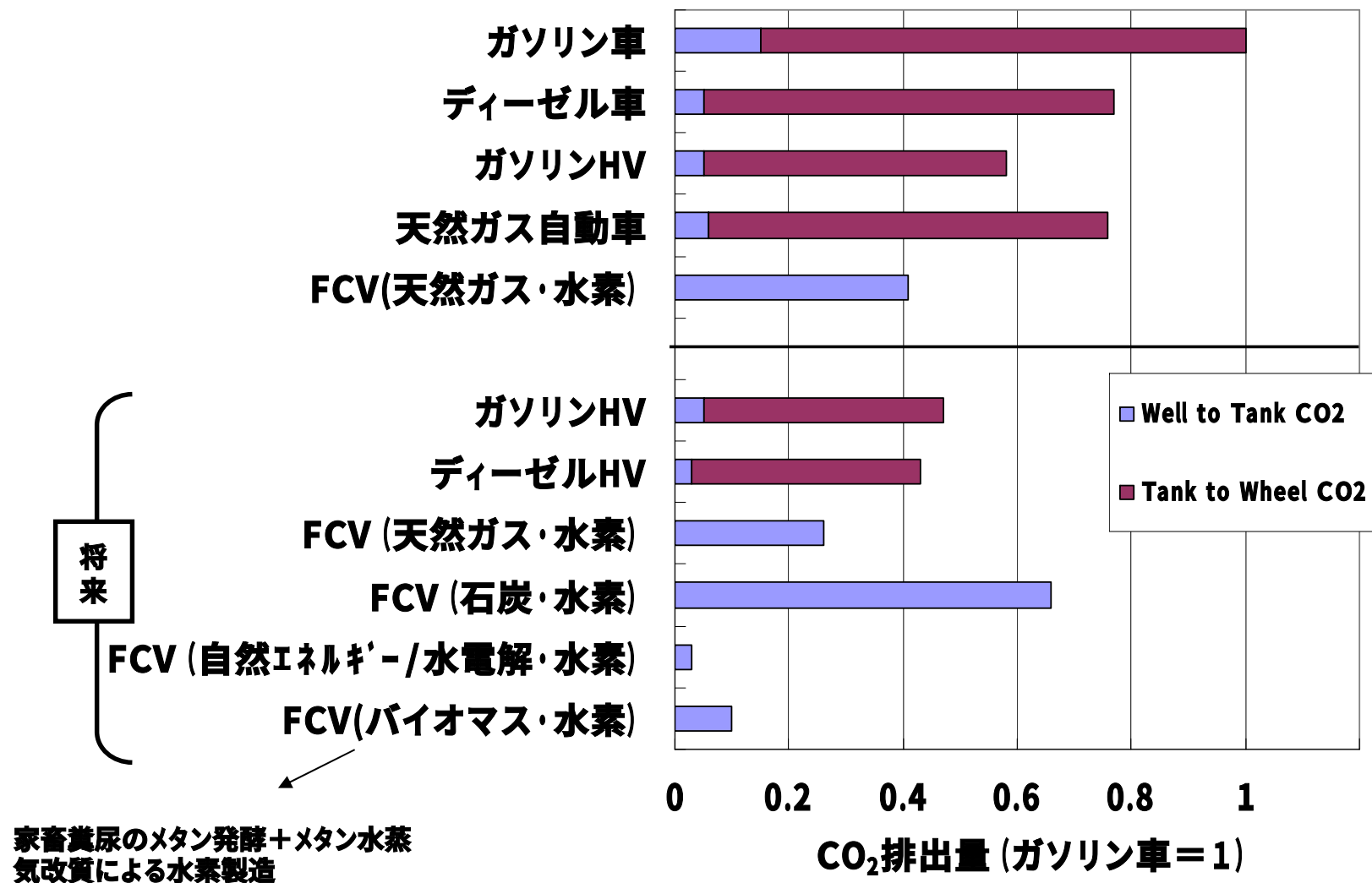
※前提条件:FCVユーザーのメリット(価格・利便性等)が確保されて、順調に普及が進んだ場合

出典: JHFCセミナー資料, 2010

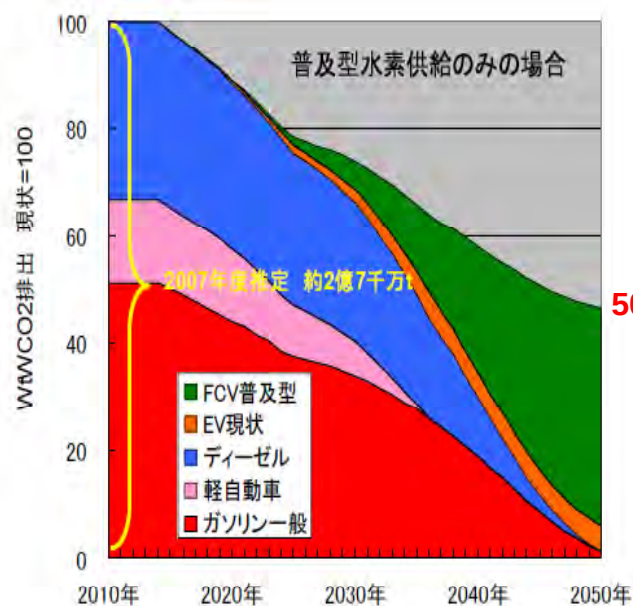
FCVとガソリン車他のエネルギー消費量比較 (Well to Wheel)



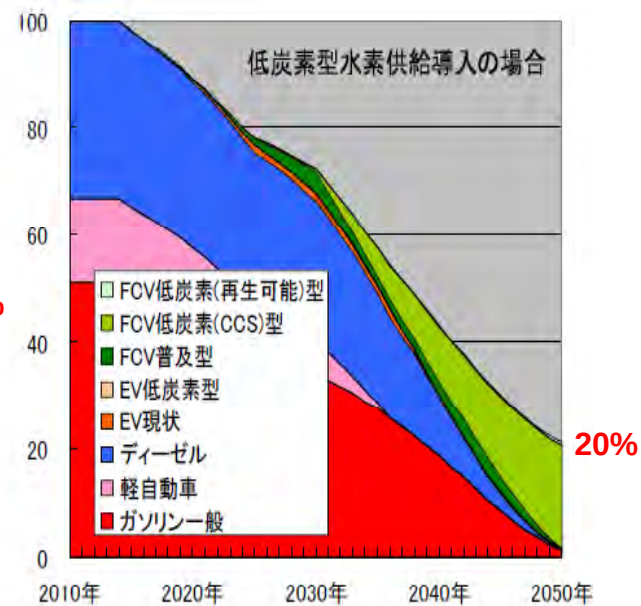
FCVとガソリン車他のCO₂排出量比較



FCV導入によるCO₂削減効果試算 (普及型, 低炭素型)



普及型:化石原料からの水素のみ



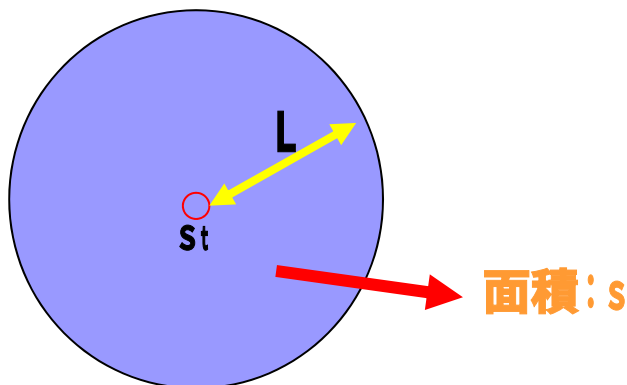
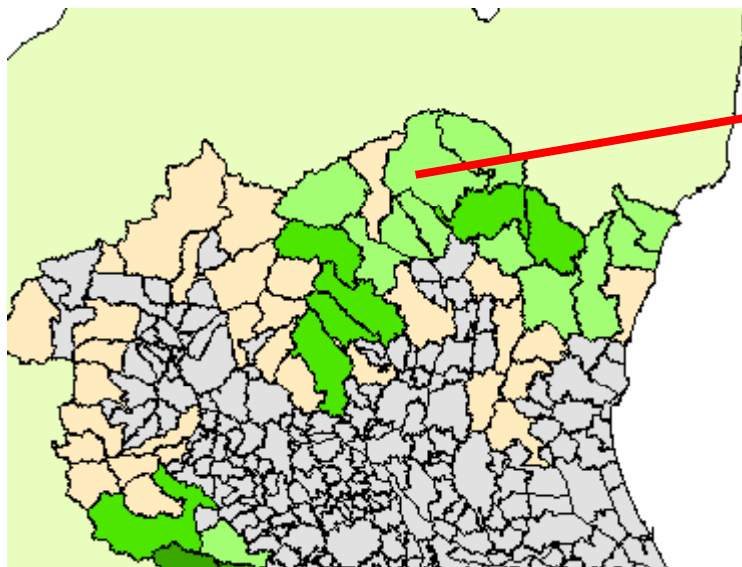
低炭素型:

化石原料からの水素+CCSおよび再生可能型水素(太陽光, 風力発電の水電解水素)

出典:産業競争力懇談会資料, ~低炭素社会を目指して~

バイオマスから水素製造の可能性定量評価試算

バイオマス輸送距離Lの試算



利用可能量データ出典:
NEDOバイオマス賦存量・利用可能量の推計

Q : バイオマス利用可能量 (t/y)

木質:林地残材, 製材残材, 果樹剪定枝, 公園剪定枝 (4種)

畜産廃棄物:乳牛, 食肉牛, 豚, 鶏の排泄物 (4種)

農業残渣:稲わら, もみ殻, 麦わら (3種)

下水汚泥:下水汚泥 (1種)

S : 市町村面積 (km²)

N : 現存ガソリンスタンド数 (ヶ所)

p : 水素スタンド転換割合 (ー) とすると、

水素ステーション1ヶ所あたりのバイオマス利用可能量 q (t/d) は、

$$q = Q / (360 \cdot N \cdot p)$$

年間稼働日数:定修1日+盆・暮れ休業4日

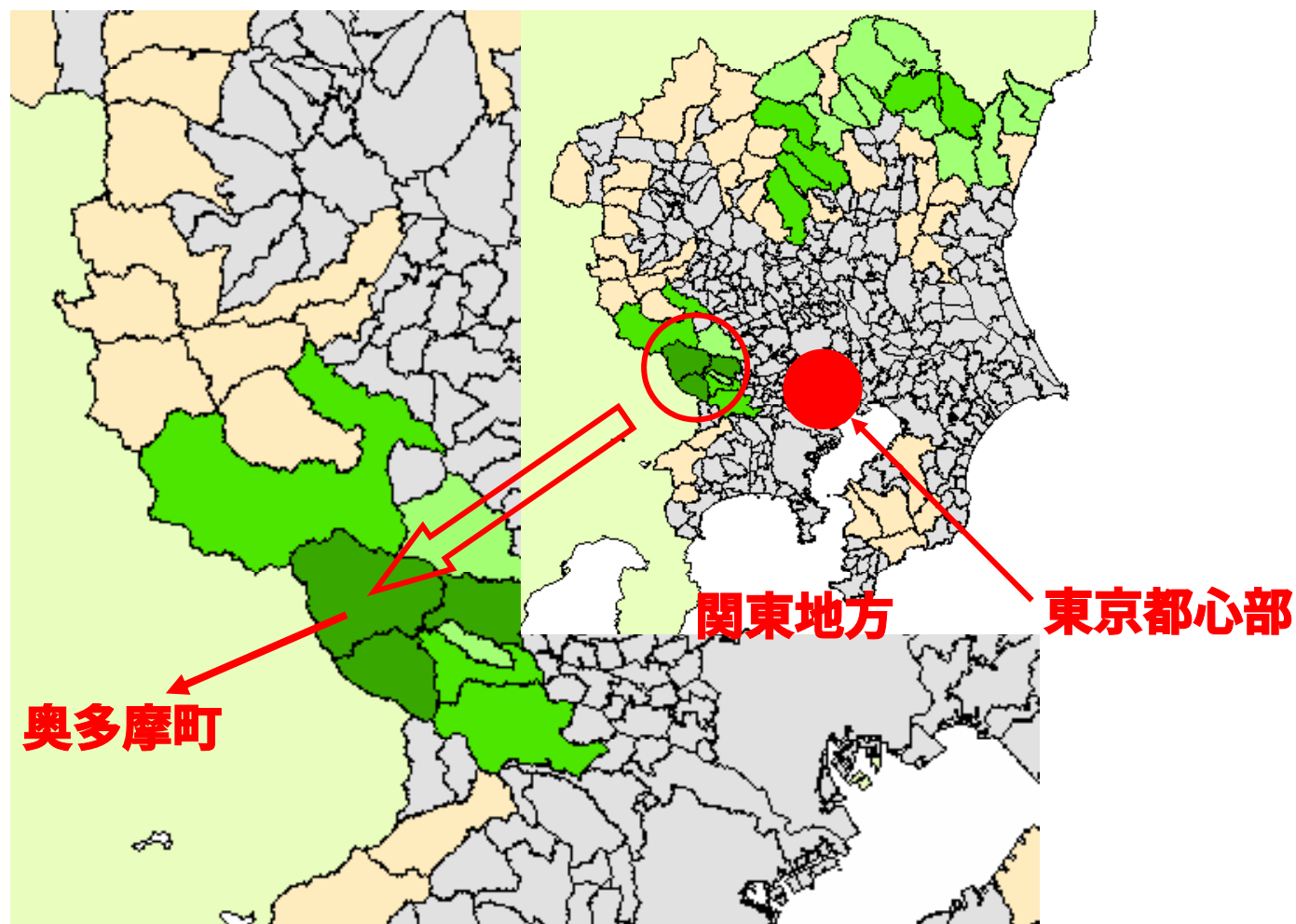
また、水素ステーション1ヶ所あたりのカバー面積 s (km²) は、

$$s = S / (N \cdot p) \quad \text{より、}$$

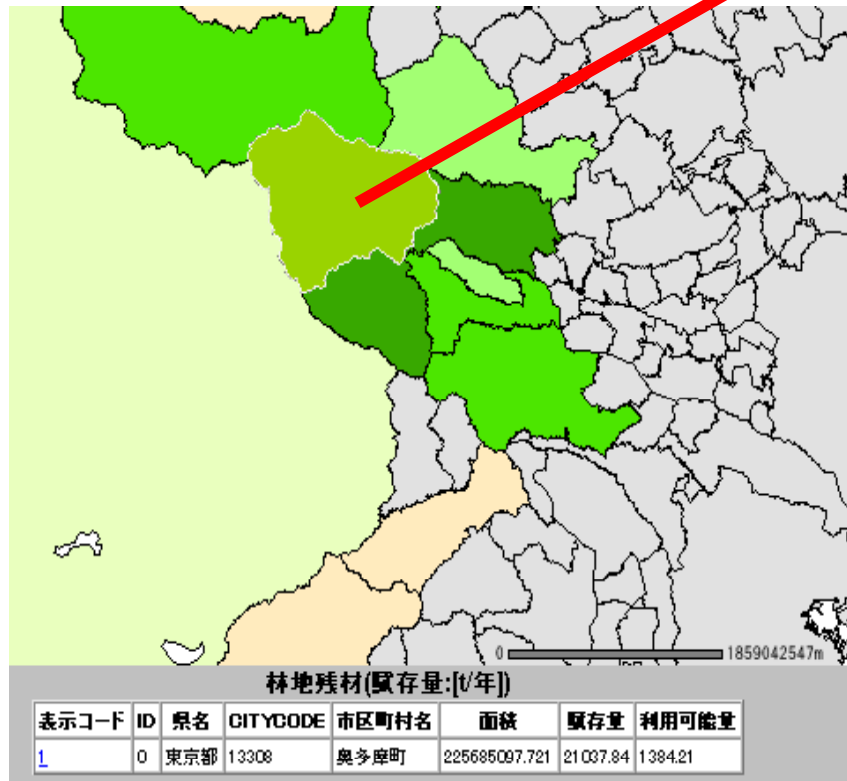
バイオマスの最長運搬距離 L (km) は、

$$L = (S / (N \cdot p \cdot n))^{1/2}$$

東京都奥多摩町のロケーション



事例研究 (東京都奥多摩町の事例) 木質バイオマスのケース



利用可能量データ出典:

NEDOバイオマス賦存量・利用可能量の推計

$$Q = 1,384.21 \text{ (林地残材)}$$

$$+12.42 \text{ (製材残材)}$$

$$+25.36 \text{ (果樹剪定枝)}$$

$$= 1,421.99 \text{ (t/y) Wet base}$$

$$S = 225.69 \text{ (km}^2\text{)}$$

$$N = 5 \text{ (箇所)}$$

$$p = 0.1 \text{ (-) (2020年頃 FCV500万台、水素St 約3,500ヶ所) とする}$$

$$q = Q / (360 \cdot N \cdot p)$$

より 水素ステーション1ヶ所あたりの木質バイオマス利用可能量は、

$$q = \text{約} 8 \text{ (t/d)}$$

このバイオマスを水蒸気ガス化+PSA精製を行った場合、**約230Nm³/h**の水素が製造される。

→**商用水素ステーション規模: 約200Nm³/h以上**

200Nm³/h : 1,000台/ステーションの平均ガソリンSS規模に匹敵

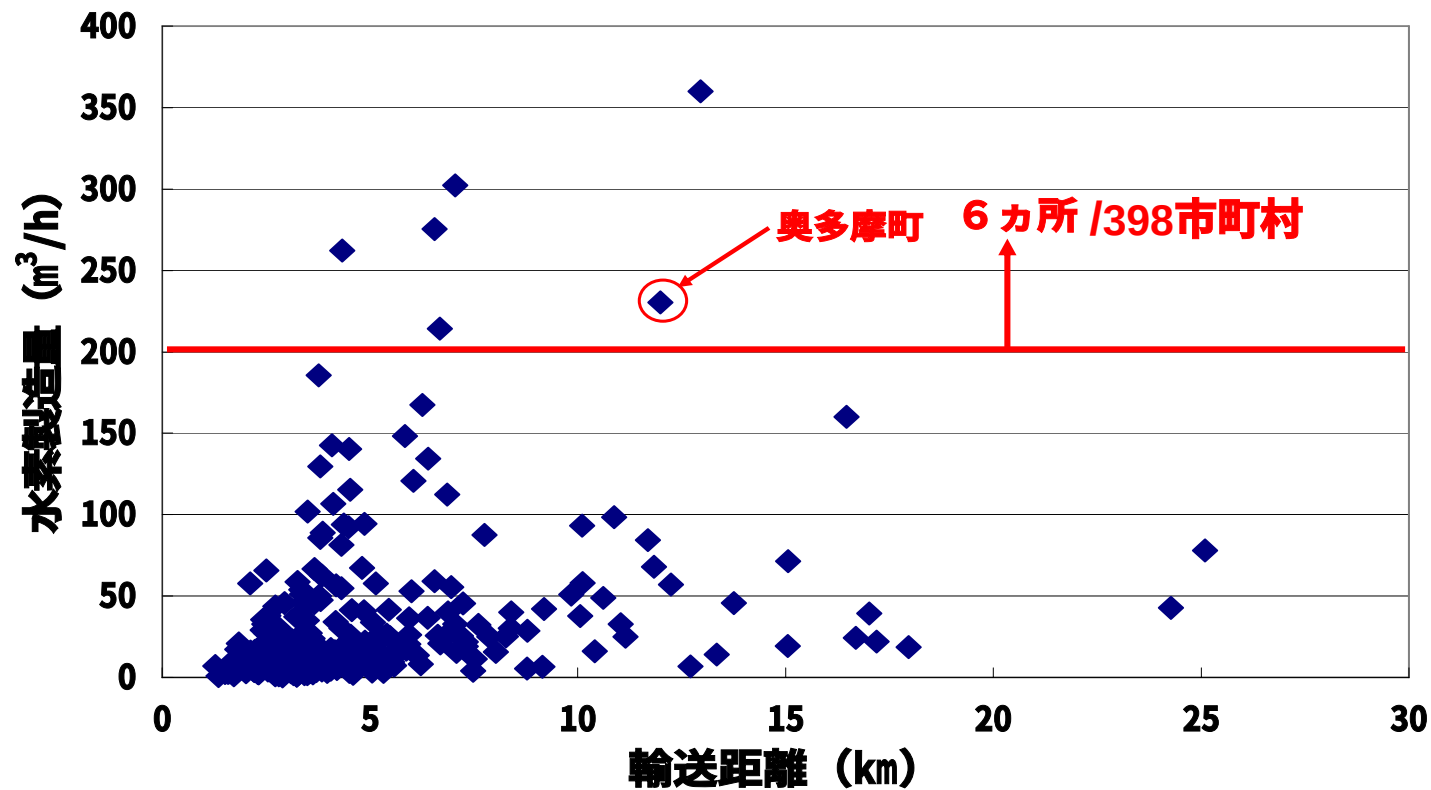
この場合の バイオマスの最長輸送距離は、

$$L = (S / (N \cdot p \cdot n))^{1/2}$$

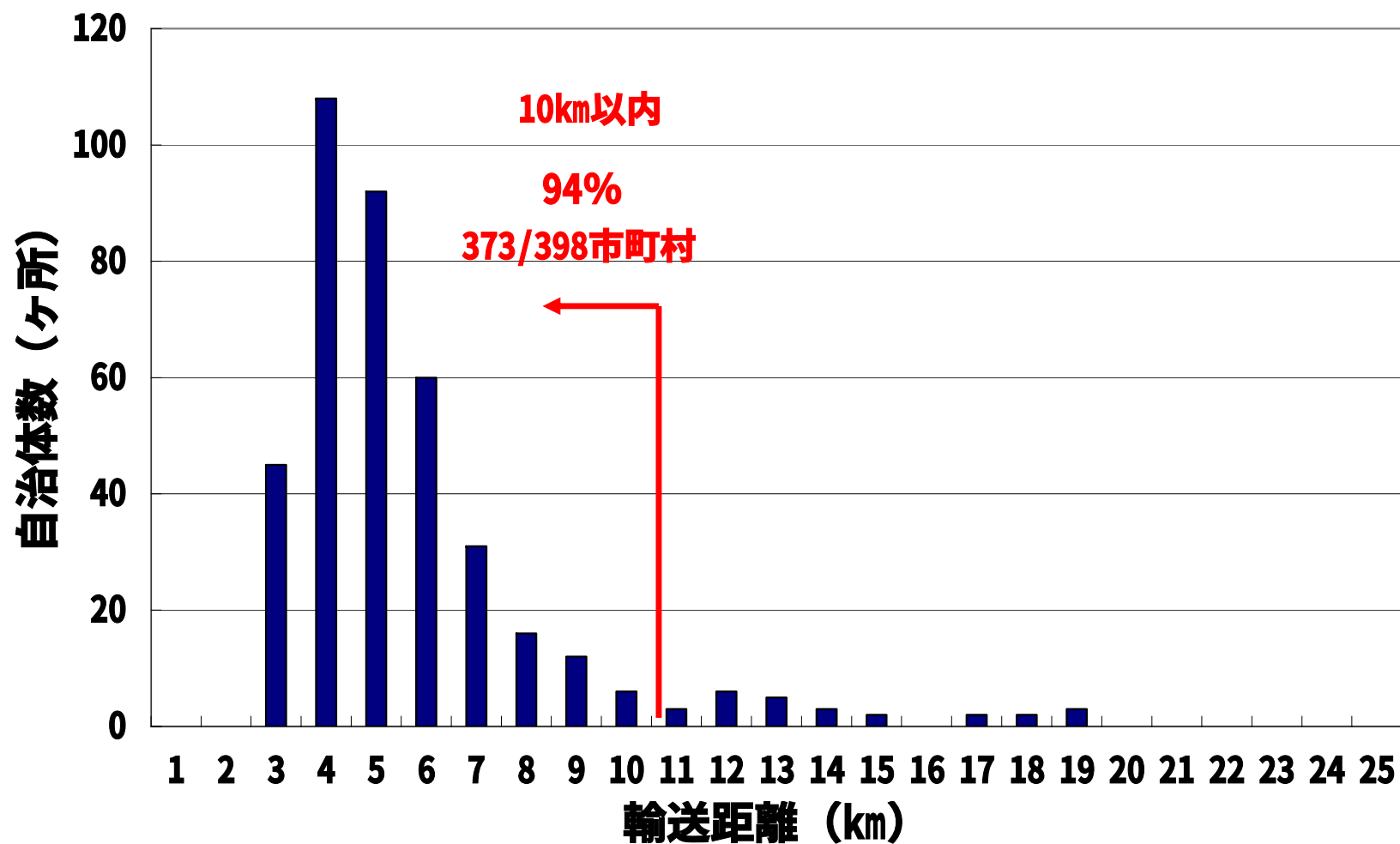
$$\text{より } L = \text{12 (km)} \text{ となる。}$$

→ **輸送コストは2,400円/tであり、先の輸送コストBはコジェネ利用に比べ16%のコストダウンになる** ¹⁸

バイオマス輸送距離と水素製造量 (木質バイオマス)

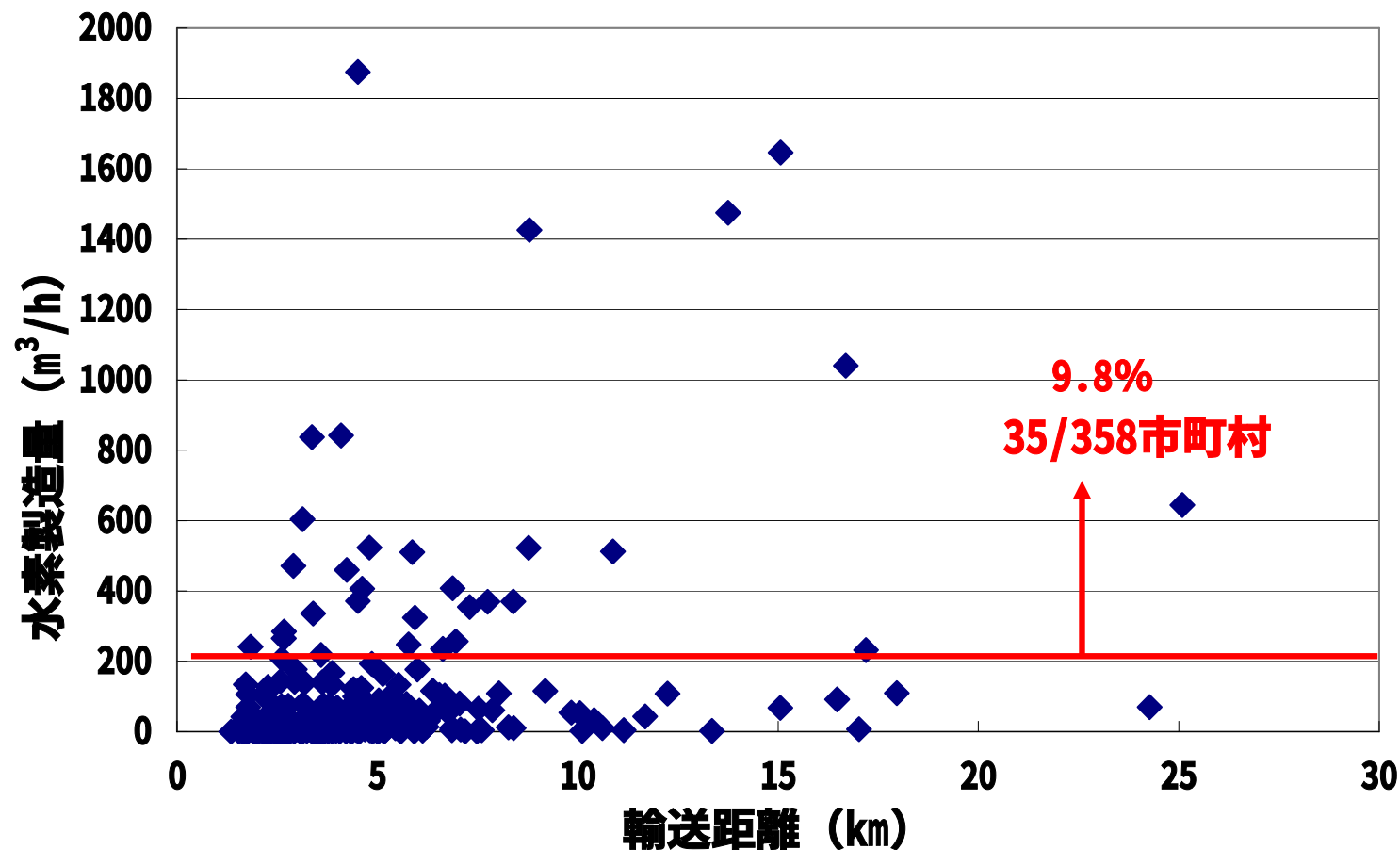


輸送距離と自治体数の関係



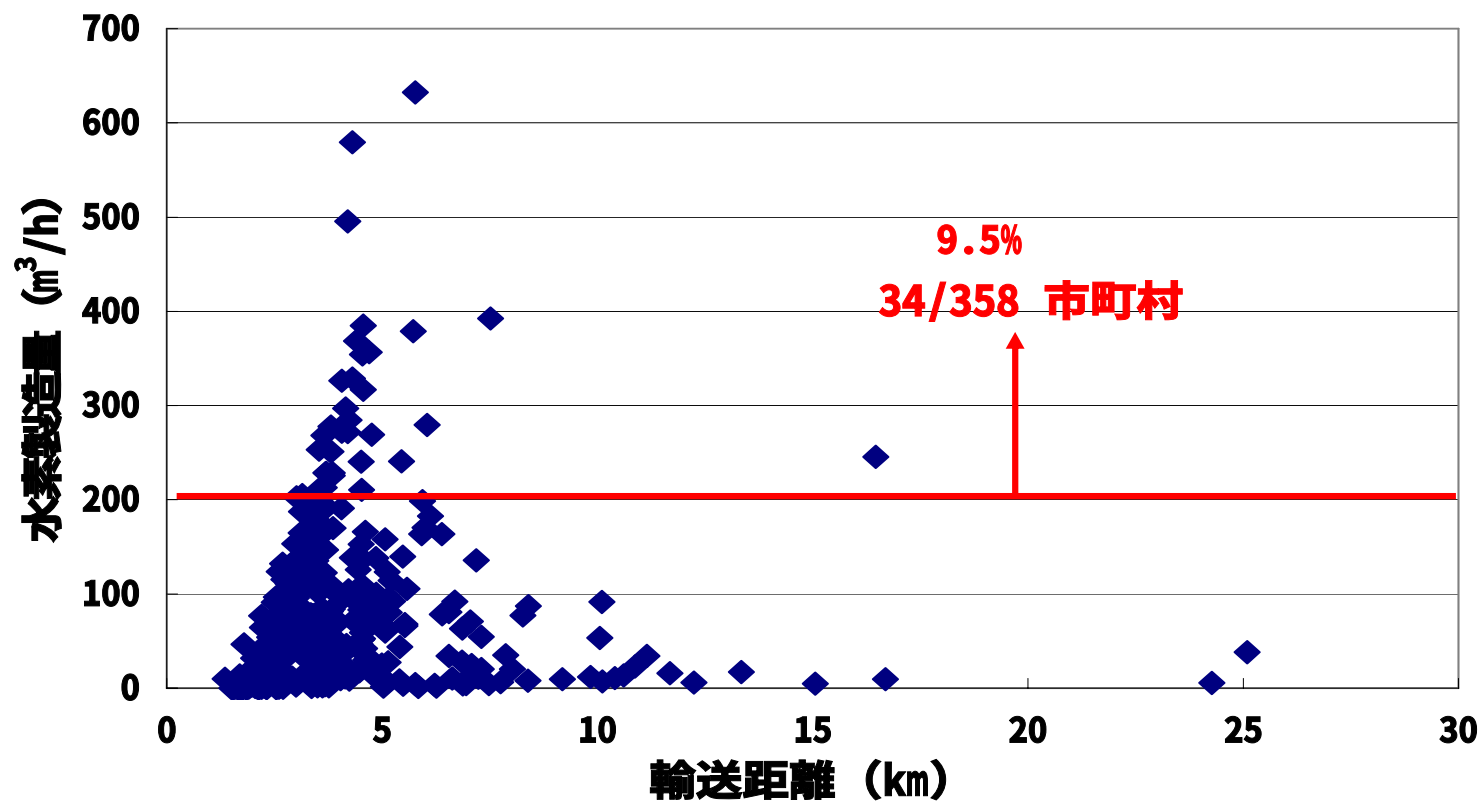
バイオマス輸送距離と水素製造量

(畜産廃棄物) 湿式メタン発酵+メタン改質水素製造



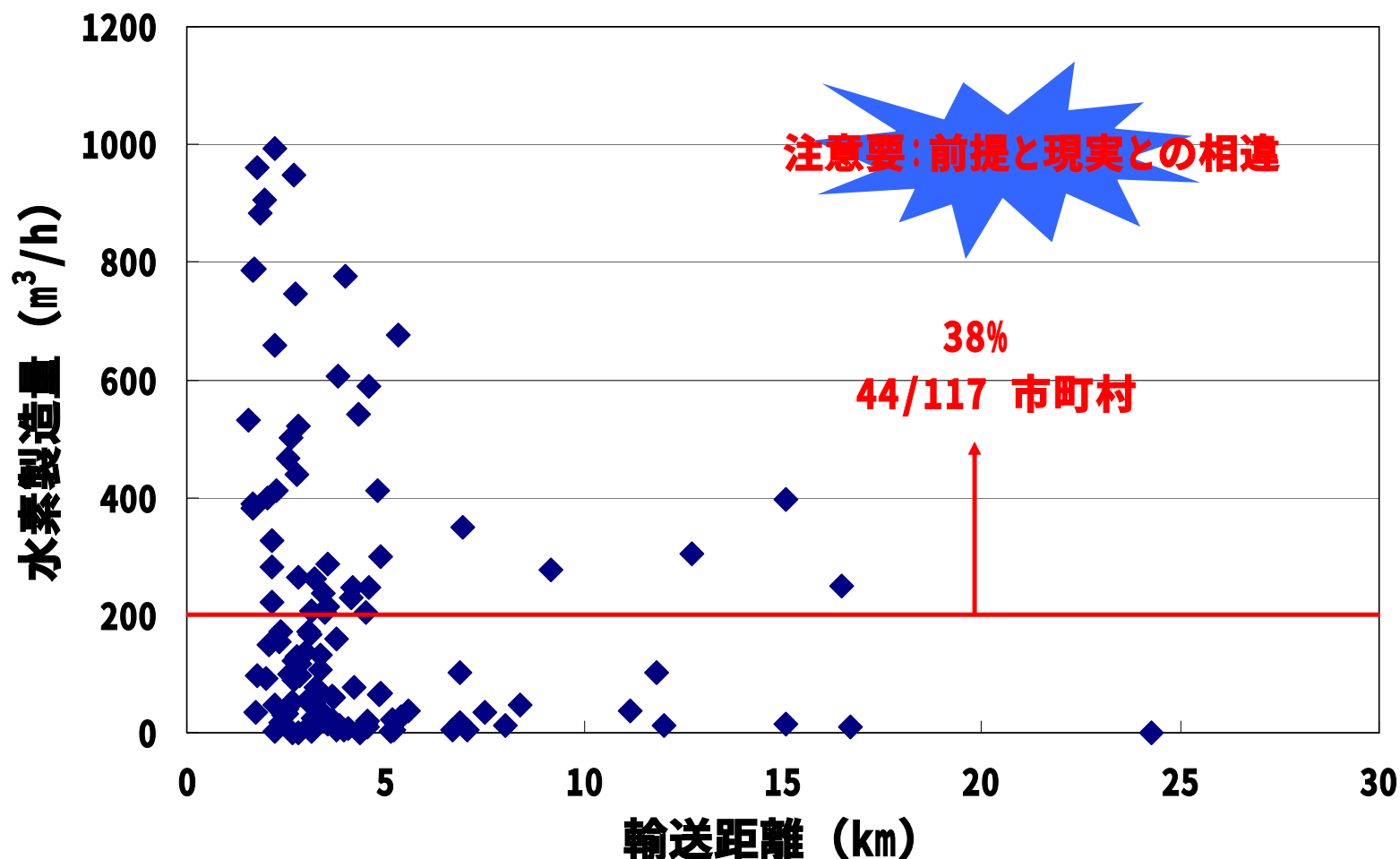
バイオマス輸送距離と水素製造量

(農業残渣) 乾式メタン発酵+メタン改質水素製造

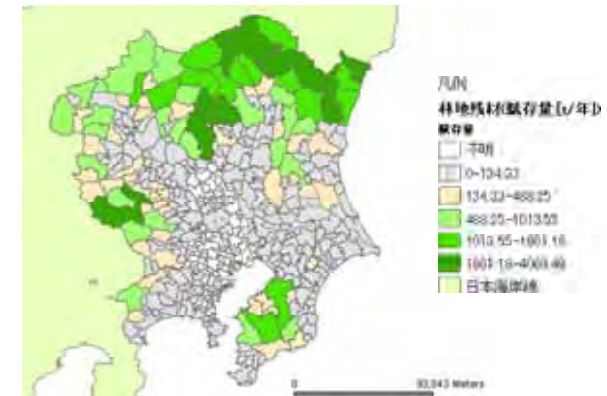
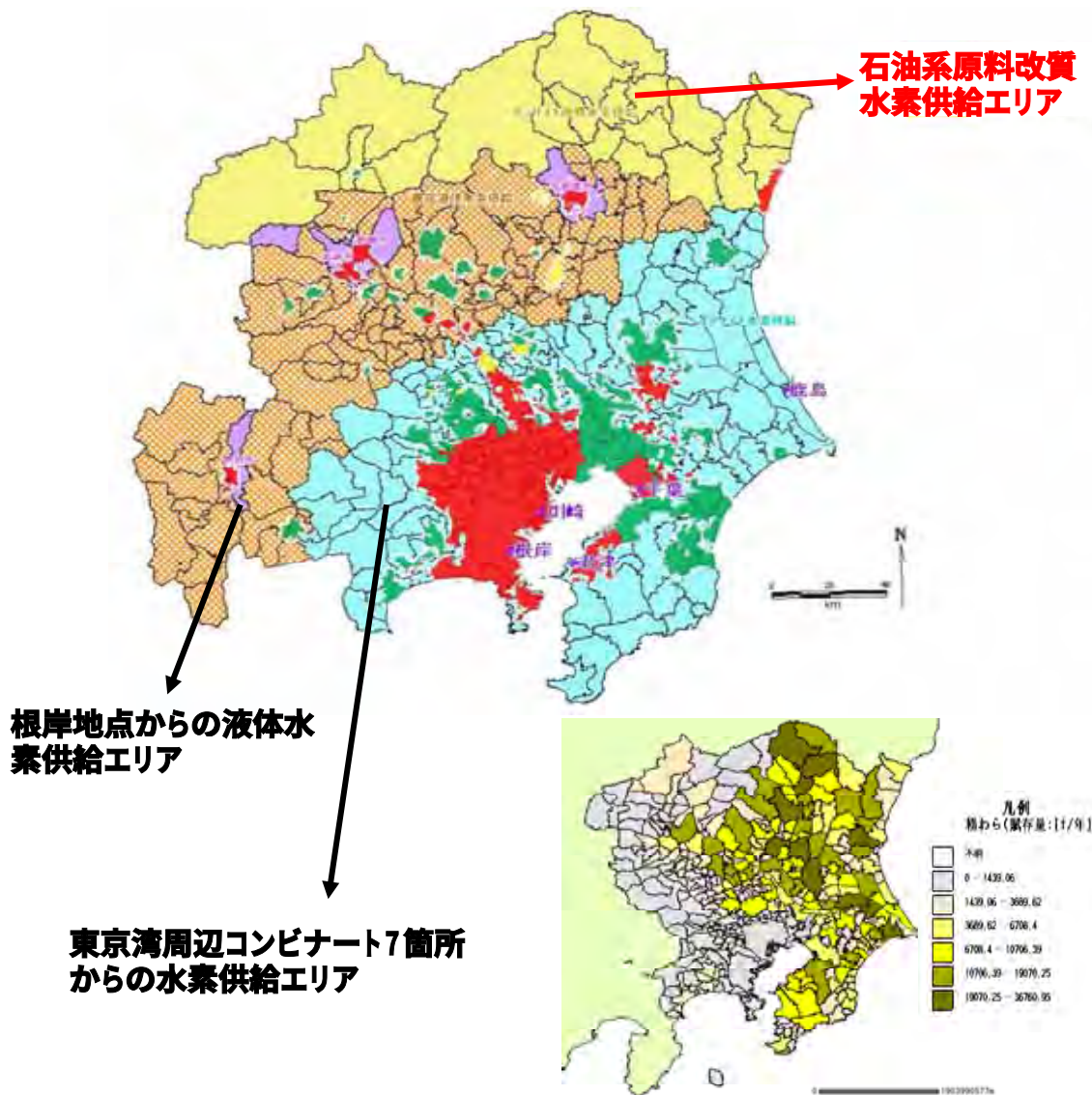


バイオマス輸送距離と水素製造量

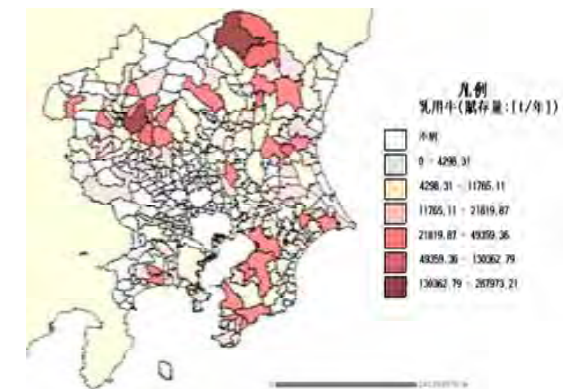
(下水汚泥) , 水素製造量 $1,000\text{Nm}^3/\text{h}$ 以下, 湿式メタン発酵+メタン改質水素製造



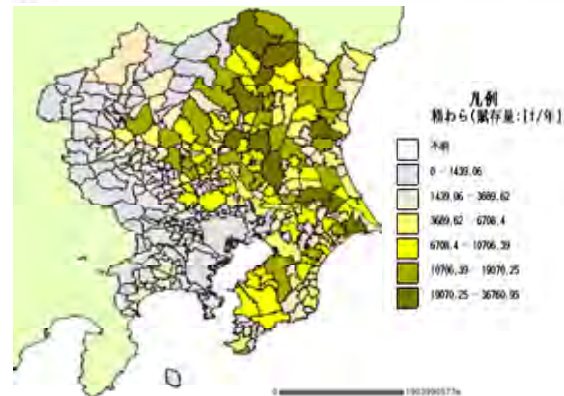
首都圏における最適水素供給の考え方



林地残材の賦存量分布図



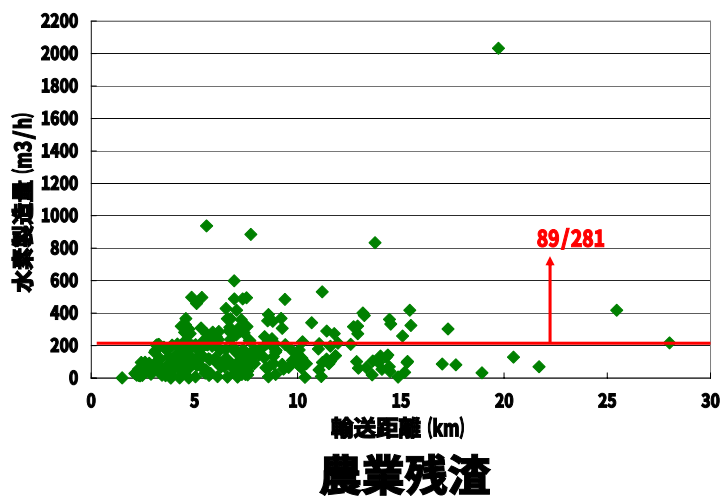
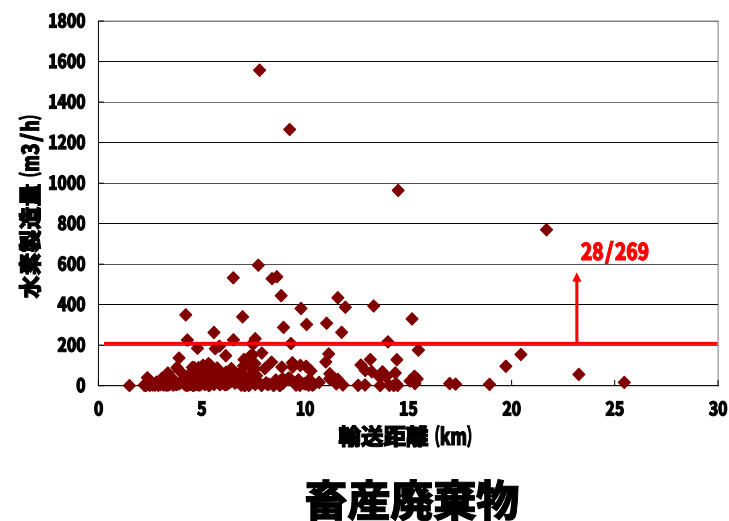
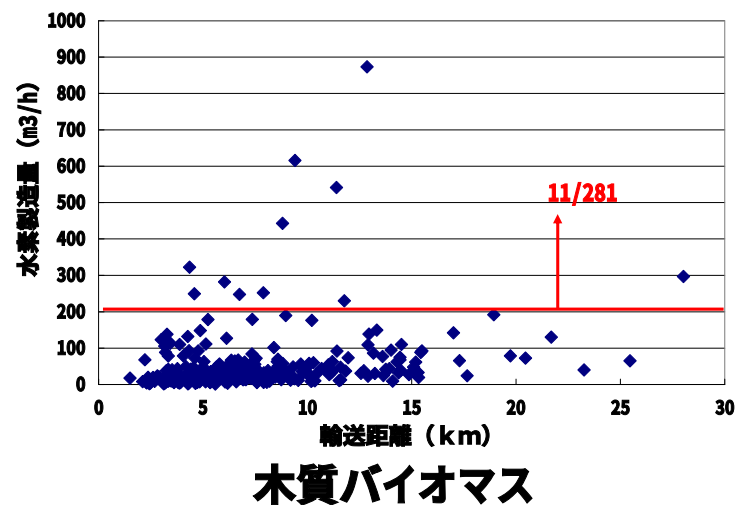
家畜糞尿 (乳牛糞尿) の賦存量分布図



農業残渣 (稲わら) の賦存量分布図

バイオマス種ごとの水素ステーション実現性検討 (東北地方の例)

木質バイオマス, 畜産廃棄物, 農業残渣の
3種で実現性検討

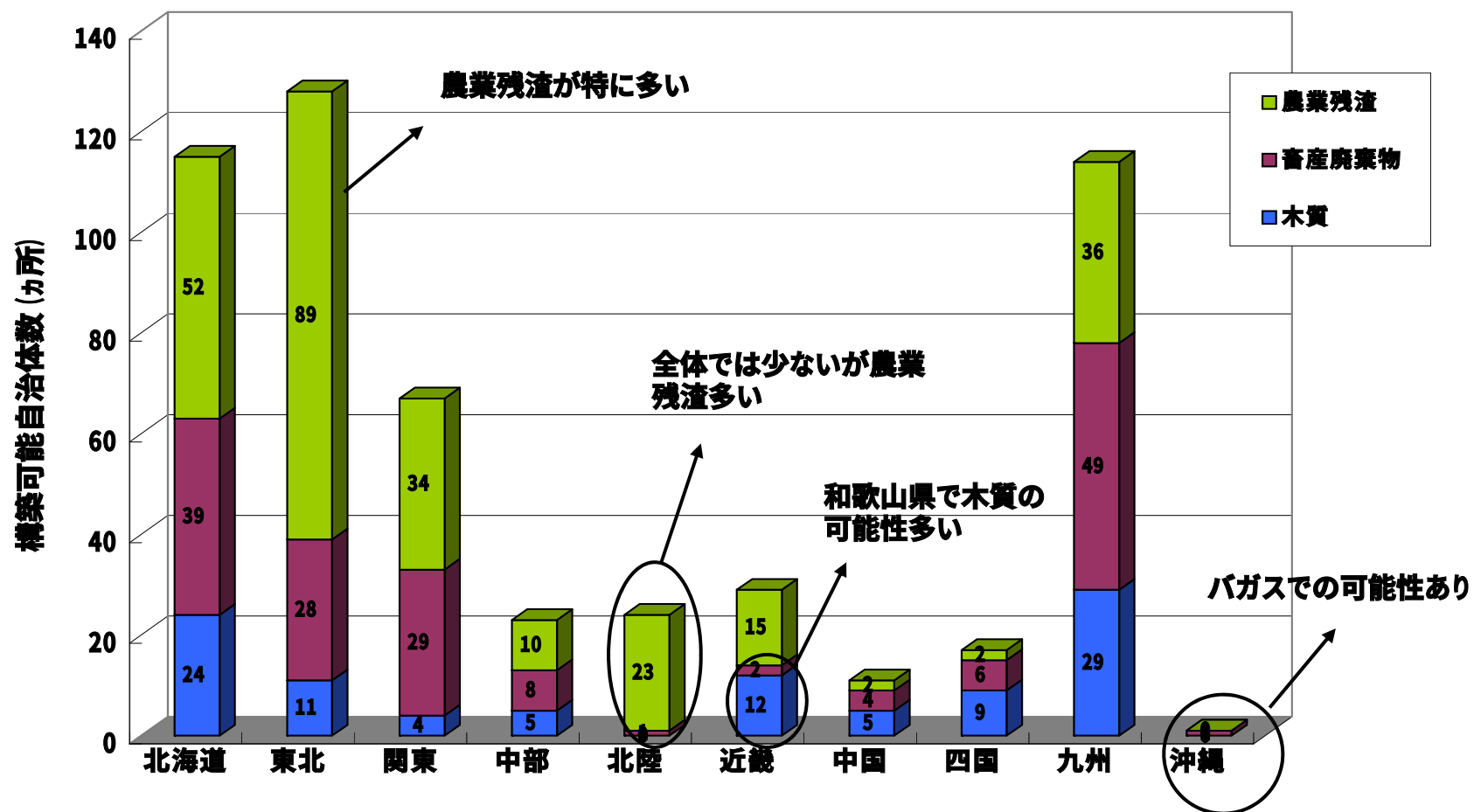


水素ステーション実現性検討全国集計

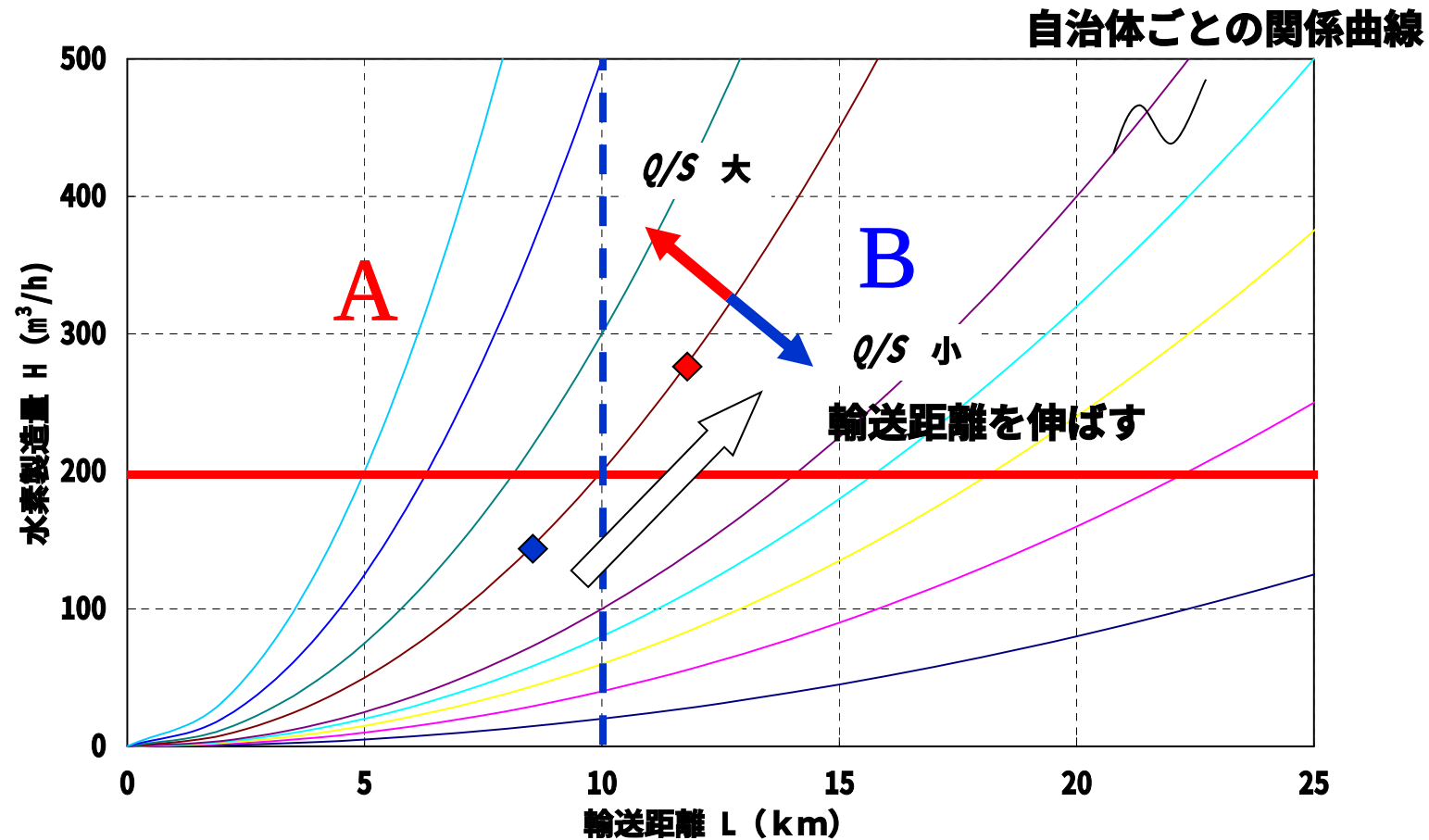
地方 バイオマス	木質			畜産廃棄物			農業残渣			バイオマス計		
	構築可能 自治体数	対象自 治体数	比率 (%)	構築可能 自治体数	対象自 治体数	比率 (%)	構築可能 自治体数	対象自 治体数	比率 (%)	構築可能 自治体数	対象自 治体数	比率 (%)
北海道	24	179	13	39	182	21	52	151	34	115	512	22
東北	11	281	4	28	269	10	89	281	32	128	831	15
関東	4	364	1	29	331	9	34	330	10	67	1,025	7
中部	5	330	2	8	292	3	10	323	3	23	945	2
北陸	0	110	0	1	98	1	23	109	21	24	317	8
近畿	12	242	5	2	191	1	15	240	6	29	673	4
中国	5	121	4	4	114	4	2	116	2	11	351	3
四国	9	122	7	6	114	5	2	121	2	17	357	5
九州	29	352	8	49	337	15	36	340	11	114	1,029	11
沖縄	0	39	0	1	38	3	0	10	0	1	87	1
全国計	99	2,140	5	167	1,966	8	263	2,021	13	529	6,127	9

平均対象自治体数: $6,127/3=2,042$
 全国比率: $529/2,042=25.0\%$

水素ステーション実現性検討全国集計グラフ



輸送距離と水素製造量との関係



$H \propto \frac{Q}{S} L^2$ 但し、 L は自治体形状を円形とした場合の半径以内
 条件：転換率100%以内 (バイオマス量過多, バイオマスの重複除く)

全国の水素ステーション構築拡大に対する検討

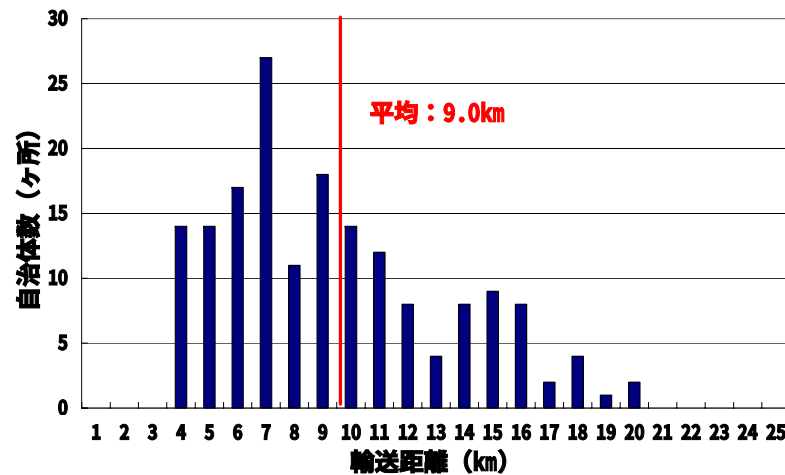
	自治体数 (カ所)	水素ステーション 数 (カ所)	対象自治体ガソリン スタンド数 (カ所)	転換割合 (%)	転換バイオマス量 (千wet-t/年)	全国バイオマス量 (千wet-t/年)	転換割合 (%)
木質	174	303	15,983	1.90%	917	1,869	49.1%
畜産廃棄物	169	266	6,673	3.99%	4,643	9,675	48.0%
農業残渣	450	772	23,977	3.22%	5,106	7,633	66.9%
全国計	793	1,341	53,902 (全国)	2.49%	10,666	19,177	55.6%

708:重複自治体等除く

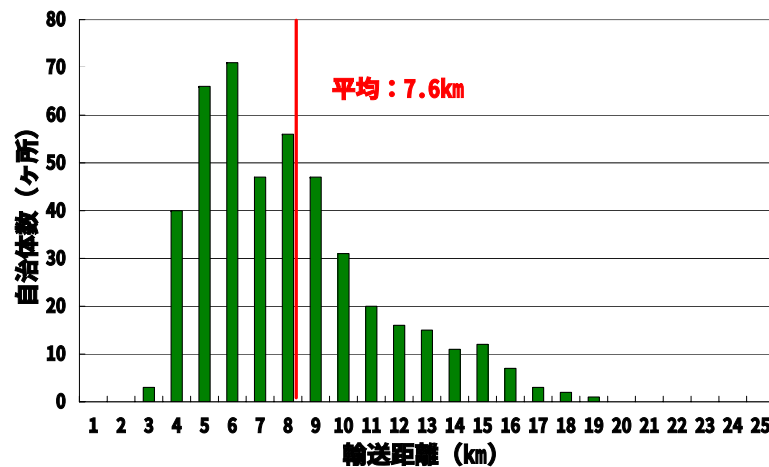
2007.3の集計:東京ガス(株), (株) 価値総研調査より

708 - 529 = 179自治体が増加, 構築可能自治体割合: $708 / 2,042 = 34.7\% (+9.7\%)$

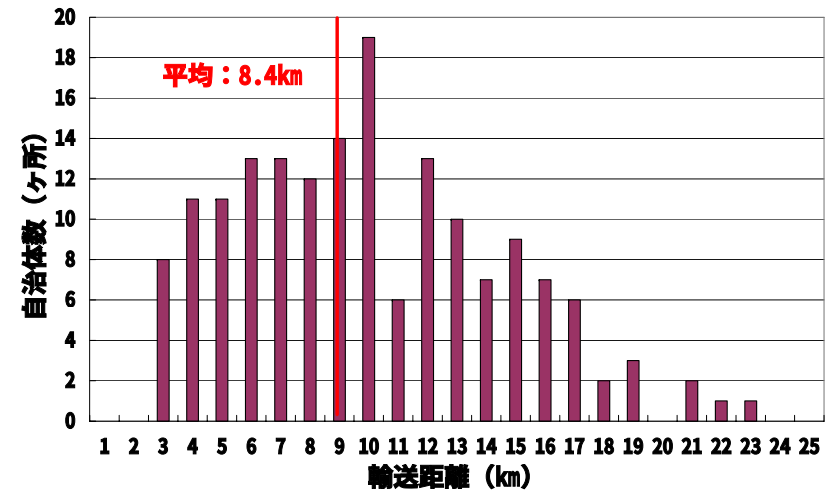
全国の水素ステーション構築可能自治体数の バイオマス輸送距離に対する分布



木質バイオマス



農業残渣



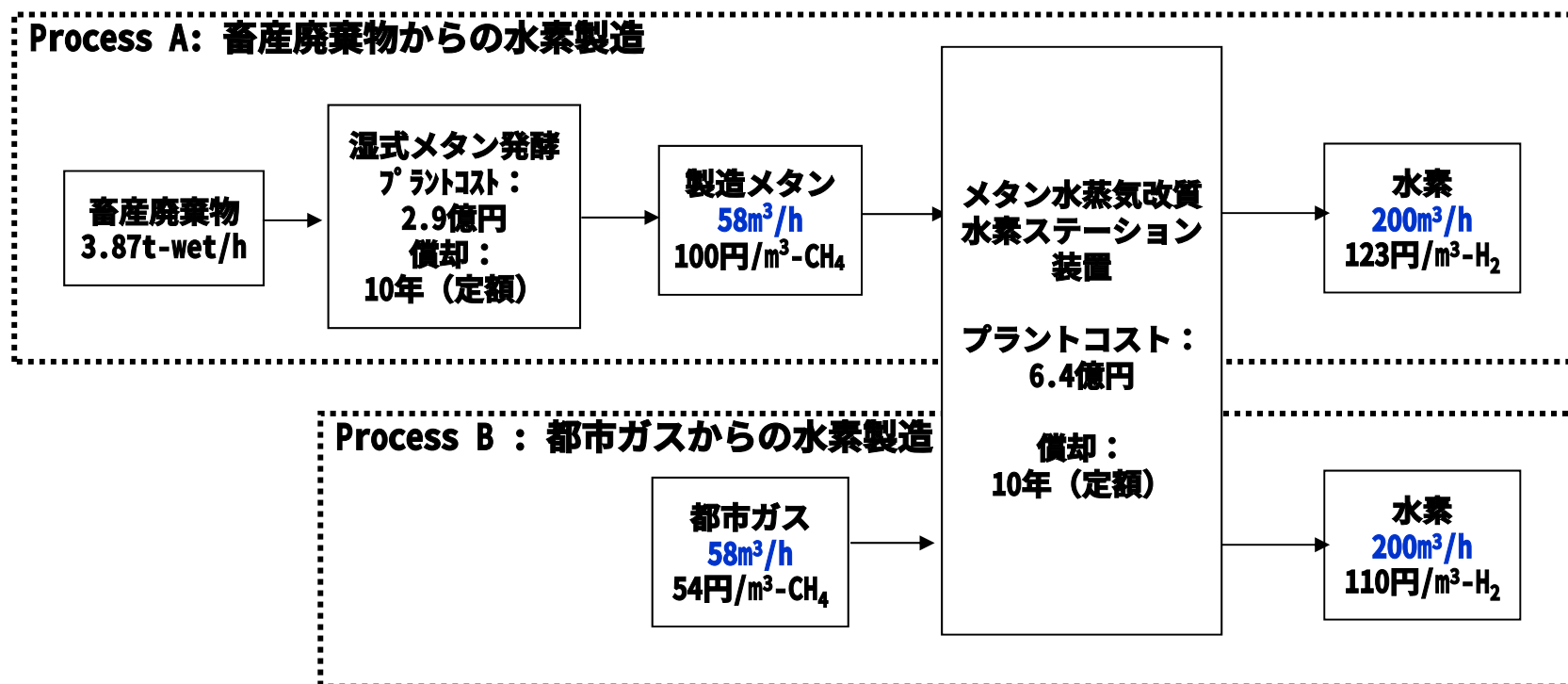
畜産廃棄物

輸送距離を増大しても、いずれのバイオマスとも10km以下の平均距離

都市ガスおよび**畜産廃棄物**からの水素製造における 経済性比較条件

- コストは2005年時点とした。
- バイオマス原料費はバイオマス利活用前後での産業廃棄物処理費の削減として、**1,000円/tの逆有償**とする。
- メタン発酵設備費には、メタン発酵により生成する消化ガスからCO₂やH₂S等の**不純物を除去**する精製費用が含まれる。
- 消化液の肥料としての活用は実施サイトの条件によって可否が決まるため、**消化液は無償引渡し**するものとして、その利益・損失は本評価では見込まないものとした。
- 設備の償却はメタン発酵、水蒸気改質設備とも**10年の定額償却**とした。メンテナンス費用、ユーティリティ費用等の変動費は引用文献*に従った。
- 人件費は水素ステーションの運転員が兼用で業務を行うことを想定して**3名**を計上している。
- メタン水蒸気改質、水素ステーション装置コストには、水素の精製装置(PSA)、水素ステーションにおける昇圧のためのコンプレッサー、蓄ガス器、ディスペンサー(自動車充填装置)等、FCVへの水素充填のための諸設備費用全てを含んでいる。なお、充填圧力は35MPaを想定した。

都市ガスおよび畜産廃棄物からの水素製造における 経済性比較



Process Aが13円/m³-H₂高くなる

CO₂削減効果を考慮した水素価格比較

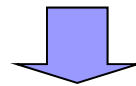
プロセス	原料価格 (円/wet-t)	製造メタン 価格 (円/m ³ -CH ₄)	水素価格 (円/m ³ -H ₂)	CO ₂ 発生量 (kg-CO ₂ /h)	CO ₂ 補正 水素価格* (円/m ³ -H ₂)
A メタン発酵+メタン改質水素	-1,000	100	123	118	132~141
B 都市ガスー水素	—	54	110	248	129~147
差異 (A-B)	—	46	13	-130	3~-6

*15,000~30,000円/t-CO₂とした

環境省PJでの試算:39,900円/t-CO₂ (2050年)

まとめ

- バイオマスから水素を製造し水素ステーションにてFCVに充填するバイオマス利活手法について考察を行った。その結果、利活用サイトがバイオマス賦存サイトの近傍になることによって、バイオマスの**運搬費用が大幅に削減**できる可能性があることが判明した。
- 全国のカソリンスタンドのうち、**約2.5%**がバイオマスから転換した水素でステーションを構築できる。**バイオマス利用可能量**のうち水素に転換された割合は**約56%**に上った。
- 更に、収集されるバイオマスの**平均輸送距離は10km以内**であることから、再生可能エネルギーの**地産地消**の観点からも有意義な手法であることが導き出された。
- 都市ガスからの水素製造方法と**水素製造コスト比較**を行った結果、**2005年時点**では都市ガスからの製造に比べ**高くなるものの**、将来、**CO₂削減効果**を経済的に評価できる条件が整備されれば、バイオマスからの水素製造方法は**競合**できる手法である。



バイオマスから水素を製造しFCVに供給するモデルは、バイオマス種や実施地方によって適正が異なるものの、量的にも経済的にも利活用の可能性があり、輸送部門におけるCO₂削減の将来有望な手段であることが判明



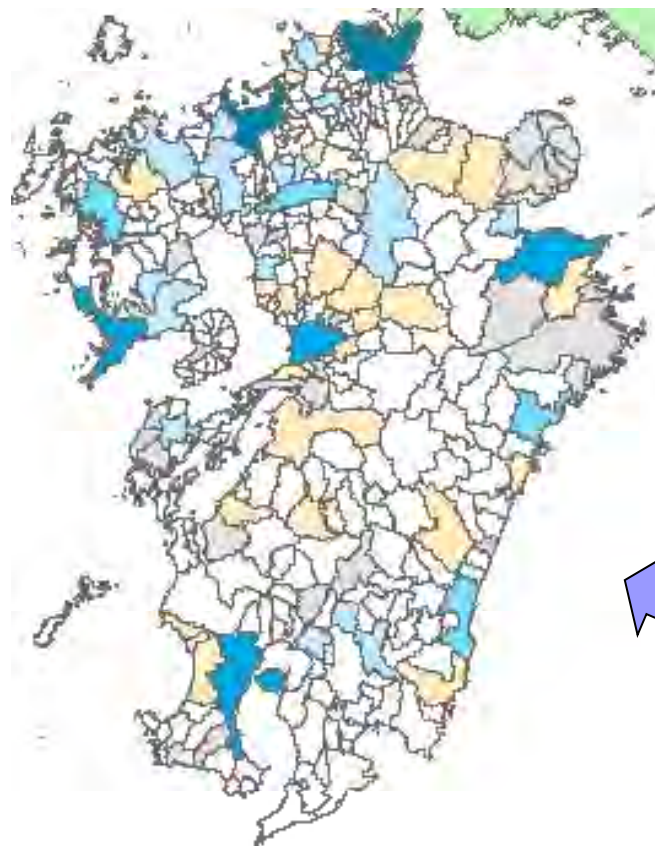
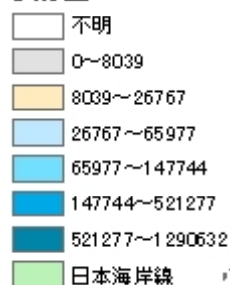
本研究における今後の展望, 課題

- 自治体内でのバイオマスの賦存の偏りや実施可能ガソリンスタンドの設定等, 実際の事業化のための更なる詳細検討
- バイオマスストックヤード等, ステーション設置における基本設計の検討
- 隣接した自治体への拡張等, 更なる水素ステーション構築の拡大化検討
- 技術の進展に伴った手法のブラッシュアップ
- 下水汚泥からの水素製造の可能性

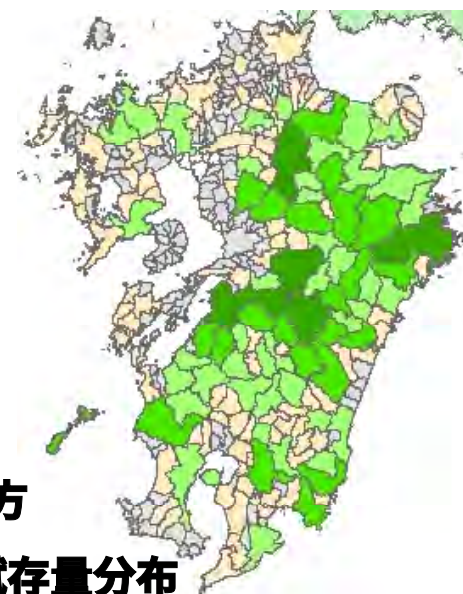
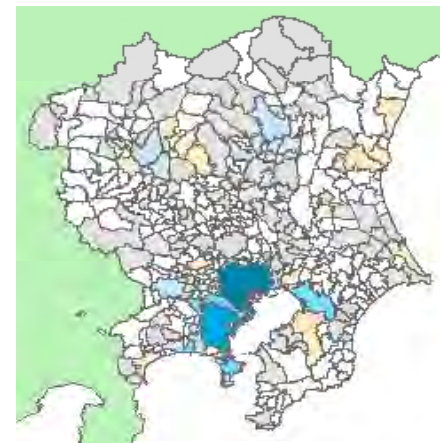
下水汚泥の賦存量 (九州地方と関東地方)

九州地方の下水汚泥賦存量分布

賦存量



関東地方の下水汚泥賦存量分布



★ 下水汚泥は都市型バイオマス

→ 下水処理場にて多量にエネルギー化が可能である

参考：九州地方
林地残材の賦存量分布

北部九州燃料電池自動車普及促進構想

3つの構想

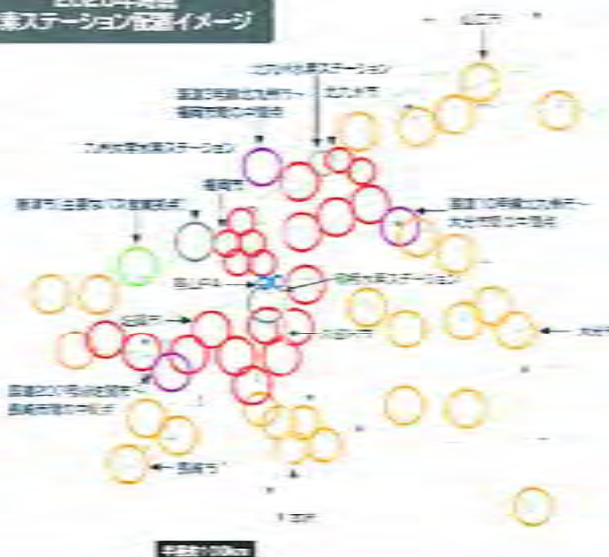
- 1 2015年までに水素ステーションの先行整備を行い、FCVがスムーズに販売できる環境の整備を目指します。
- 2 2020年までに、北部九州の全域でFCVユーザーの利便性が確保できるだけの水素ステーションの整備を促進することを目指します。
- 3 産学官が一体となってFCV普及、水素ステーション整備を推進し、全国に先駆けて自立的な(補助金等の支援に頼らない)普及拡大を開始することを目指します。

FCVの時代はすぐそこに!

自動車メーカー3社、水素供給事業者10社が共同開発を発表(2011.7.18)
自動車メーカーは2015年までにFCVを量産で一般ユーザーに販売開始
水素供給事業者は2015年までに、4大都市圏に約100箇所、水素ステーションを整備することを目指しています。



2020年時点 水素ステーション配置イメージ



FCV普及の トップランナーを 目指します!!



産学官が一体となって 普及に向けた取り組みを進めます!

- 官公庁、企業の率先導入の呼びかけ
- FCV導入補助金創設の働きかけ
- FCVに関する税制優遇策の働きかけ
- FCVユーザーを対象とした高速道路料金の割引に向けた働きかけ
- 水素ステーション設置補助金創設の働きかけ
- コストダウンに向けた技術開発、税制の合理化の支援
- 展示会での情報提供、試乗会の開催 等

平成20年12月22日、福岡県と北九州市、福岡市が共同で開催された「グリーンアジア(福岡県北九州広域圏)」の創設も契機に活動しつつ、具体的なアクションプランを策定し、協力に取り組んでいます。



日本ガス協会水素製造システム

田島正喜 教授、月川久義 特任助教 (小倉鉄平 准教授*)

*通称教員 水素エネルギー国際研究センター所属



日本ガス協会水素製造システム講座は、一般社団法人日本ガス協会から寄附を頂いて平成23年4月1日より九州大学大学院工学研究院機械工学部門に寄附講座として開設されました。本講座では、九州大学初の水素製造に関する専門講座として、多岐にわたる水素製造技術のうち特に将来の実用化が期待されている再生可能エネルギー、及び都市ガス等低炭化水素系原料からの水素製造基礎技術に関する教育と研究、及び水素製造技術全般に関する教育を、機械工学部門の他講座及び水素エネルギー国際研究センターと連携して行っています。

バイオマスからの水素製造

水素社会を構築する上で、再生可能エネルギーからの水素製造が、地球温暖化防止の観点で将来有望視されています。利活用においてカーボンニュートラルとみなされているバイオマス(木質、畜産廃棄物、農業残渣、下水汚泥等)からの水素製造技術はそのうちのひとつです。本講座では、下水汚泥に着目して研究を行っています。加えて、都市ガスからの水素製造等、既存製造技術との融合研究も行っています。

下水汚泥エネルギー利用のバリエーション



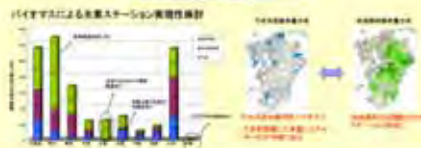
水素技術全般における安全工学

水素社会の実現には、水素が漏洩した場合の早期検知と換気は大変重要です。特に自然換気空間で水素がどの様に拡散し、流動するかを把握することは、水素漏洩センサーや換気設備の最適配置に不可欠の情報です。九州大学が実施した実験を高い精度でシミュレーション出来ており、実証研究に結び付けて行きます。この数値流体力学解析手法は、水素の自然換気のみでなく、空調の強制換気の評価にも応用できます。



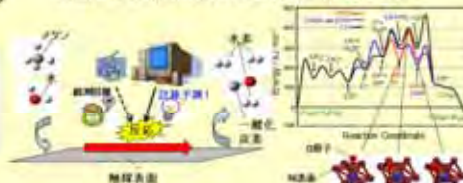
社会システムとしての水素製造技術

水素社会の導入には、燃料電池自動車と水素ステーションの普及拡大が重要になってきます。初期インフラとしての水素ステーションの形成における、再生可能エネルギー由来等水素製造技術の社会システム導入調査研究を行っています。



水素製造触媒の基礎学理

触媒技術は炭化水素系原料の改質をはじめ、水素製造技術のあらゆる部分に用いられています。既存技術だけでなく、バイオマスからの経路、水の電気分解等の将来的な技術との共通基盤として、触媒表面で何が起きているかを明らかにする事が重要になります。本講座では量子化学計算などを用いて、分子レベル観点からの触媒反応の理論的解析、実用化に向けた理論に基づく触媒設計などの研究を行っています。



日本ガス協会水素製造システム

田島正喜 教授、月川久義 特任助教 (小倉鉄平 准教授*)

*通称教員 水素エネルギー国際研究センター所属



「下水汚泥消化ガスを原料とした水素ステーション構築の可能性調査」

福岡水素エネルギー戦略会議 平成24年度研究開発支援事業

受託者：三菱化工機株式会社
西部ガス株式会社
九州大学

下水汚泥消化ガスを原料とした燃料電池自動車用 水素供給ステーションフロー



研究目標

下水汚泥から発生する消化ガスを原料に、燃料電池自動車(FCEV)向けのカーボンニュートラルな水素製造プロセスの技術検討と、水素ステーション事業の可能性を調査する

研究計画 (1)



(1) 消化ガス発生量、およびガス性状の調査 → 水素製造の可能性(概観)
【九州大学、三菱化工機】
市内水処理センターからの消化ガス発生量、およびガス性状の分析を行う。昨年度、市内水処理センターを対象に発生量、およびガス性状を分析した。消化ガス中の成分に大きな変動がみられた。
→ 一歩調査、実験調査が必要
シロキサン 22~40mg/7m³
高濃度炭化水素 0.64~10.0mg/7m³
また、対象とする水処理センターは、今年度から高温高濃度消化システムに変わっていき、発生量(消化ガス発生量)の増加、性状変化が予測される。

期待される成果

・FCEV、および水素ステーションの普及促進
・2000年以降の水素ステーションが建設される中、炭化水素原料からグリーン水素製造への転換とし、水素ステーションのカーボンフットプリントを削減。
・大規模な水素供給システム(水素製造プラント)の構築。
・将来的にはOCC(酸素分離工程)および水素製造工程(水素ステーション)にて実証(中)によりカーボンフットプリントを削減。
・水素ステーションの向上による輸送コストの削減。
・触媒バイオマスの効果的活用。

研究計画 (2)



(2) 消化ガス原料水素ステーションのプロセス検討 【三菱化工機】
消化ガスの精製方法、および消化ガスを原料とした水素製造プロセスの検討。
精製工程の検討
・消化ガス中の高濃度炭化水素(約40%)を除去し、メタンガスの濃度を90%以上にする。
・後工程の水素製造装置との連携を図り、最適化を図るためのシミュレーション検討。
水素製造工程の検討
・精製工程で得られたメタンガスと消化ガスの水素製造装置(水素ステーション)の検討。
・精製工程でのオフガスの有効利用を図るための熱バランス検討。

研究計画 (3)



(3) 消化ガス原料中の高濃度炭化水素化合物の水素製造法の検討 【九州大学】
消化ガス中に含まれる、高濃度炭化水素化合物(オクタン、メタン、デカン、シクロヘキサン、エチルベンゼン等)は、水素製造工程で発生する副産物として、炭化水素化合物を分解することで、高濃度炭化水素化合物の分解を促進する。
触媒(白金/炭担)を用いた、触媒ガスでの水素製造実験と、コンピュータシミュレーションを用いた触媒上での反応予測とを対比させ、炭化水素化合物の分解を促進する。

(4) 消化ガス原料水素ステーションの市場性検討 【西部ガス】
消化ガスを原料とした水素ステーションにより水素供給する場合の市場性等を、調査検討する。

「水素製造システム講座」教育内容-1

■ 水素製造 (供給) システム

①水素製造供給パス

- ・エネルギー効率、CO₂発生量 (well to tank, tank to wheel)

②原料別水素製造方法

- ・化石燃料 (石油系 (重油、軽油、ガソリン、メタノール、LPG)、天然ガス、石炭)、再生可能エネルギー (太陽光、風力、バイオマス)、原子力利用、副生水素 (鉄鋼業、ソーダ工業、石油精製)、etc.

③技術別水素製造方法

- ・現在の技術: 水蒸気改質 (MRF含)、部分酸化、自己熱改質、水電解、金属・金属酸化物の水による酸化反応
- ・将来の技術: 水素発酵、光触媒、光バイオ、水の熱分解、プラズマ分解
- ・要素技術: 脱硫・水素精製法 (PSA, TSA, メンブレン等)

④水素製造における諸課題

- ・高効率化、CO₂の分離、高圧化、貯蔵・輸送システム (高圧、液水、パイプライン、有機ハイドライド、吸蔵材)、国際標準化、etc.

「水素製造システム講座」教育内容-2

■ 水素社会構築システム

①環境政策

温室効果ガスの排出量低減政策

- ・京都議定書及びメカニズム、IPCC (気候変動に関する政府間パネル) 第4次評価報告書、福田ビジョン(2050)、鳩山イニシアチブ(2020)、etc.

②エネルギー政策

日本のエネルギー政策の変遷

- ・低炭素社会へのシフト、長期エネルギー需給見通し、エネルギー基本計画、再生可能エネルギーの位置づけ、2次エネルギーにおける水素の位置づけ、低炭素社会と原子力発電、etc.

③水素社会構築の意義

水素社会構築へのシナリオ、国家プロジェクト

- ・水素とは(物性、低炭素の意義)、アプリケーションとしての燃料電池(PA,PE,MC,SO...), 燃料電池自動車の開発、次世代自動車(HV,PIHV,EV...), 定置形燃料電池、モバイル用燃料電池、水素ステーション構築計画(産官の取り組み、JHFC, FCCJ, COCN, HySUT)、欧米における水素社会構築政策、ローカル水素ネットワーク、CO₂の貯留プログラム(CCS)、再生可能エネルギーの利用、電気グリッドと水素ネットワーク(スマートエネルギーネットワーク)、水素の社会受容性(安全、保安、法制度)、etc.