

# 作業チームにおける これまでの検討結果

2005年10月25日

温暖化対策技術調査検討WG作業チーム

東京大学 松橋隆治

# 作業チームの目的

- 地球温暖化対策の各技術の将来時点における温室効果ガス（GHG）排出削減ポテンシャル等を評価し、もって我が国の温暖化対策技術研究開発の重点化に資することを目的とする。
- 主要なGHG排出削減研究課題につき、今後5～10年間の研究開発推進価値を評価する。
- 本作業チームでは、原子力関連技術及び大気からのCO<sub>2</sub>吸収関連技術は取り扱わない。

# 評価に用いた項目

- 総量でのGHG削減ポテンシャル  
(2015年、2030年)
- 技術の成熟度、安全性・リスク
- 現在及び普及時の経済性
- 国内他分野への波及効果、  
CDMなど海外技術移転への波及効果

# 評価フォーマット

		大分類	中分類	小分類	検討技術	委員名			
個別評価			評価項目		評価内容		判定	特記事項・補足説明事項があれば下記に	定性評価の場合の4段階の例
技術内容 に関する 評価	1:削減ポテンシャル	1-1a	原単位での削減ポテンシャル (2015)	例えば2015年における粗鋼1t当りのGHG削減ポテンシャル。			定量ないしは4段階の定性評価	定性の場合、例えば原単位を5%削減以下、 ②5～20%削減、③20～50%削減、④50%以上 削減、⑤不明	
	1:削減ポテンシャル	1-1b	原単位での削減ポテンシャル (2030)	例えば2030年における粗鋼1t当りのGHG削減ポテンシャル。			定量ないしは4段階の定性評価	定性の場合、例えば原単位を5%削減以下、 ②5～20%削減、③20～50%削減、④50%以上 削減、⑤不明	
	1:削減ポテンシャル	1-2a	総量での削減ポテンシャル (2015)	日本全体での当該項目による削減ポテンシャル(上の例では、2015 年の原単位削減ポテンシャルに粗鋼生産量を乗じる)。			定量ないしは4段階の定性評価	定性の場合、例えば①10万t-CO2/年以 下、②10～100万t/年、③100万t/年～ 1000万t/年、④1000万t/年以上、⑤不明	
	1:削減ポテンシャル	1-2b	総量での削減ポテンシャル (2030)	日本全体での当該項目による削減ポテンシャル(上の例では、2030 年の原単位削減ポテンシャルに粗鋼生産量を乗じる)。			定量ないしは4段階の定性評価	定性の場合、例えば①10万t-CO2/年以 下、②10～100万t/年、③100万t/年～ 1000万t/年、④1000万t/年以上、⑤不明	
	2:技術	2-1	技術の成熟度(障壁)	当該項目がコスト以外の面で十分成熟しており、市場普及が可能で あるか、コスト以外の技術的障壁がないか。			4段階の定性評価	例えば①極めて未成熟、②未成熟、③成熟、 ④極めて成熟、⑤不明	
	2:技術	2-2	技術の安全性・リスク	当該項目が導入された場合の安全性が明らかになっており、リスク がないか。			4段階の定性評価	例えば①極めて高リスク、②高リスク、③低リ スク、④極めて低リスク、⑤不明	
	3:費用	3-1	現在の経済性	当該項目がコスト面で現在市場に普及している技術と競合的である か否か、費用面でどの程度現状普及技術より高いか。			定量ないしは4段階の定性評価	定性の場合、例えば費用が競合技術の①5 倍以上、②2～5倍、③1～2倍、④1倍未満、 ⑤不明	
	3:費用	3-2	普及時の経済性	当該項目が十分市場に普及し、量産効果享受した時点では、費 用面でどの程度現状普及技術と競合できているか。			定量ないしは4段階の定性評価	定性の場合、例えば費用が競合技術の①5 倍以上、②2～5倍、③1～2倍、④1倍未満、 ⑤不明	
	4:波及	4-1	国内の他分野への波及効果	当該項目の開発がGHG削減以外の副次的効果(IT・ナノ等の新事業 創成や地域環境改善等)をどの程度もたらすか。			4段階の定性評価	例えば、波及効果は、①極めて小さい、②小 さい、③大きい、④極めて大きい、⑤不明	
	4:波及	4-2	CDMなど海外技術移転への波 及効果	当該項目の開発がCDMなど海外への技術移転へどの程度の波及 効果をもたらすか。			4段階の定性評価	例えば、波及効果は、①極めて小さい、②小 さい、③大きい、④極めて大きい、⑤不明	
5:現状のR&D	5	現状の科学技術予算配分	シートに現在の科学技術予算の配分額がある場合は、それをその まま入力して下さい。(億円単位)			元の各省からのシートに予算額があ る場合、その合計予算額を記入して下 さい。			
総合評価		評価項目		評価内容		判定	特記事項・補足説明事項があれば下記に		
技術内容 を勘案した 総合評価	総合1		R&D推進価値	当該課題のR&Dに資源(予算と人)を配分する価値がどの程度高い か。				例えば①極めて低い、②低い、③高い、 ④極めて高い	
	総合2		普及促進価値	当該課題の普及促進を支援する価値がどの程度高いか。				例えば①極めて低い、②低い、③高い、 ④極めて高い	



# 作業のイメージ(一例)

	大分類	中分類	小分類	検討技術(課題番号:課題名)	委員名	
	エネルギー供給対策	転換				
個別評価			評価項目	評価内容	判定	特記事項・補足説明事項があれば下記に
課題内容に関する評価	1:削減ポテンシャル	1-1a	原単位での削減ポテンシャル(2015)	例えば2015年における粗鋼1t当りのGHG削減ポテンシャル。	③	要素技術開発である <b>が、電池効率で20%アップ</b>
	1:削減ポテンシャル	1-1b	原単位での削減ポテンシャル(2030)	例えば2030年における粗鋼1t当りのGHG削減ポテンシャル。	③	要素技術開発である <b>が、電池効率で20%アップ</b>
	1:削減ポテンシャル	1-2a	総量での削減ポテンシャル(2015)	日本全体での当該項目による削減ポテンシャル(上の例では、2015年の原単位削減ポテンシャルに粗鋼生産量を乗じる)。	③	定置用燃料電池の削減ポテンシャル
	1:削減ポテンシャル	1-2b	総量での削減ポテンシャル(2030)	日本全体での当該項目による削減ポテンシャル(上の例では、2030年の原単位削減ポテンシャルに粗鋼生産量を乗じる)。	④	定置用燃料電池の削減ポテンシャル
	2:技術	2-1	技術の成熟度(障壁)	当該項目がコスト以外の面で十分成熟しており、市場普及が可能であるか、コスト以外の技術的障壁がないか。	②	技術レベルは未知数
	2:技術	2-2	技術の安全性・リスク	当該項目が導入された場合の安全性が明らかになっており、リスクがないか。	③	具体性不明 <b>だが、現行技術から類推</b>
	3:経済性	3-1	現在の経済性	当該項目がコスト面で現在市場に普及している技術と競合的であるか否か、費用面でどの程度現状普及技術より高いか。	①	高コストのため低コスト化が課題
	3:経済性	3-2	普及時の経済性	当該項目が十分市場に普及し、量産効果享受した時点では、費用面でどの程度現状普及技術と競合できているか。	③	低コストを実現
	4:波及	4-1	国内の他分野への波及効果	当該項目の開発がGHG削減以外の副次的効果(IT・ナノ等の新事業創成や地域環境改善・エネルギー確保等)をどの程度もたらすか。	③	開発できれば、触媒技術などに応用できる技術になりうる
	4:波及	4-2	CDMなど海外技術移転への波及効果	当該項目の開発がCDMなど海外への技術移転への程度の波及効果をもたらすか。	③	開発できれば、有用技術として海外への移転は考えられる
	5:現状のR&D	5	現状の科学技術予算配分	シートに現在の科学技術予算の配分額がある場合は、それをそのまま入力して下さい。(億円単位)	〇〇億	
総合評価			評価項目	評価内容	判定	特記事項・補足説明事項があれば下記に
課題内容を 勘案した 総合評価	総合1		R&D推進価値	当該課題のR&Dに資源(予算と人)を配分する価値がどの程度高いか。	④	開発できれば、FCのコストダウンや資源問題解決につながる有用技術となりうる
	総合2		普及促進価値	当該課題の普及促進を支援する価値がどの程度高いか。	①	実用段階にない

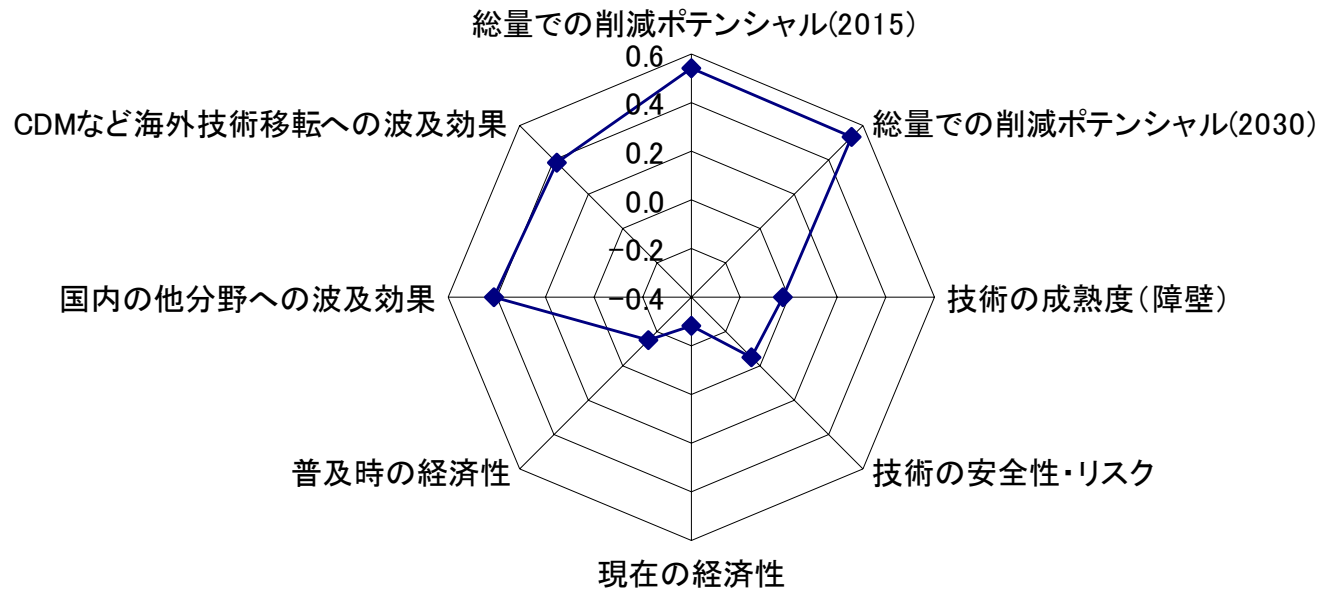
- ・個別評価項目について、主成分分析を行う。
- ・個別評価項目と総合評価指標との間で、重回帰分析を行う。

# 主成分分析

- 主成分分析とは、データ群の特徴を現すような組み合わせを探すことであり、具体的には、ばらつき(分散)を最大にするような、データの線形結合を探すことになる。
- ここでの主成分分析は、総量での削減ポテンシャル、技術の成熟度、安全性、現在及び普及時の経済性、国内、海外への波及効果の8項目について行った。
- 作業としては、142項目の個別課題の各8種類のデータ群から相関係数行列を作成し、固有ベクトルを求めることになる。

# 主成分分析1

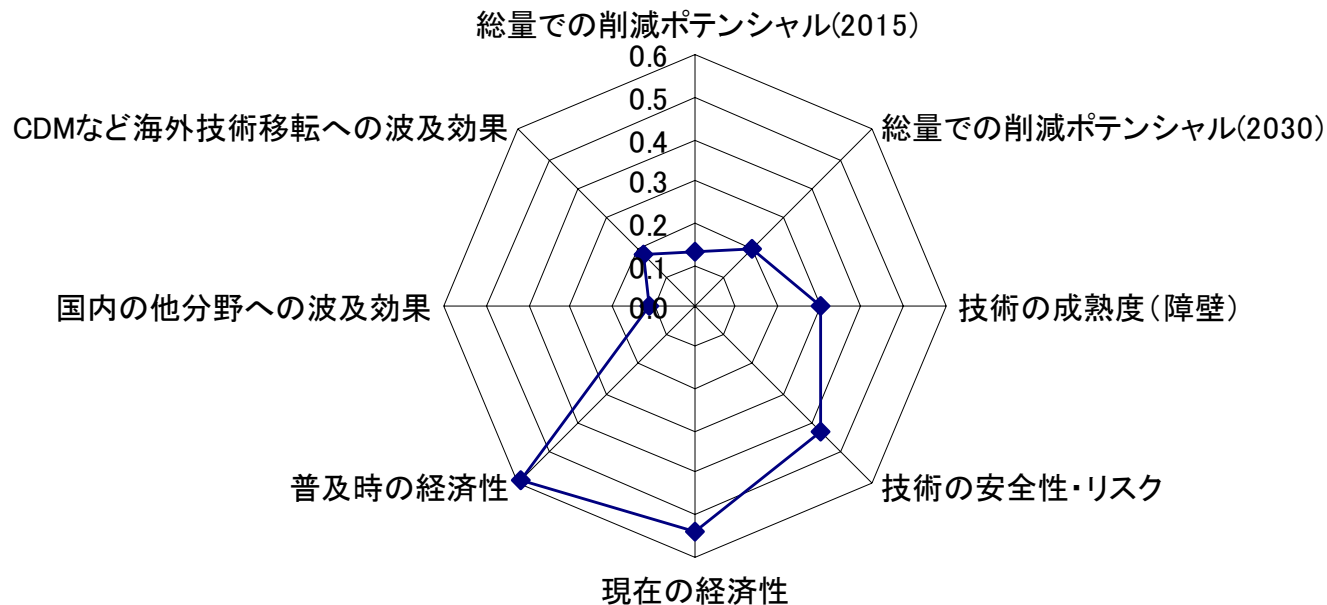
第一主成分(31%) —GHG削減と波及による総合的社会貢献度—



- 主成分1は31%の情報(分散)を持っており、2015年、2030年のGHG削減ポテンシャルと国内・海外の波及効果を重視した構成である。
- そこで、主成分1を「総合的社会貢献」とよぶことにする。

# 主成分分析2

第二主成分(21%) —ローリスク・ハイリターンによる総合的収益性—

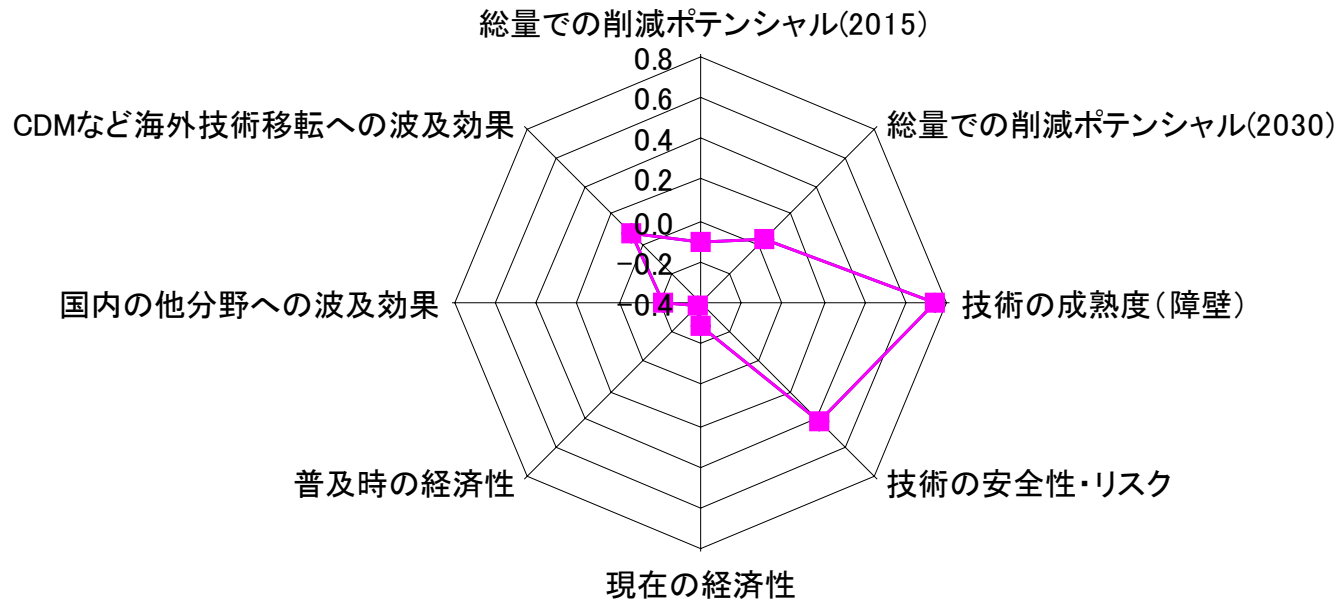


- 主成分2は21%の情報(分散)を持っており、現在及び普及時の経済性と技術としての安全性、低リスク性を重視した構成である。
- そこで、主成分2を技術の「総合的収益性」とよぶことにする。



# 主成分分析3

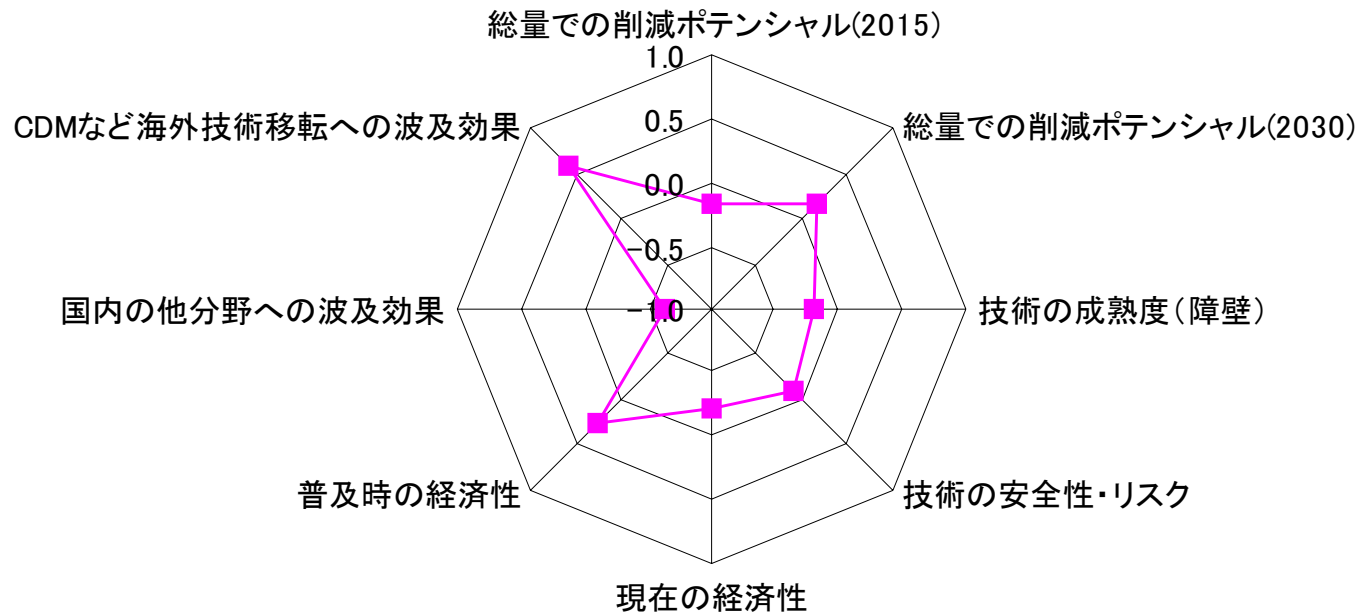
第三主成分(13%) —技術の逆将来性—



- 主成分3は13%の情報(分散)を持っており、技術が成熟しており、技術の安全性が高い反面、現在及び普及時の経済性が共に低い。
- つまり、主成分3の得点が高ければ、「技術として将来性がない」ことになるため、技術の「逆将来性」とよぶことにする。

# 主成分分析6

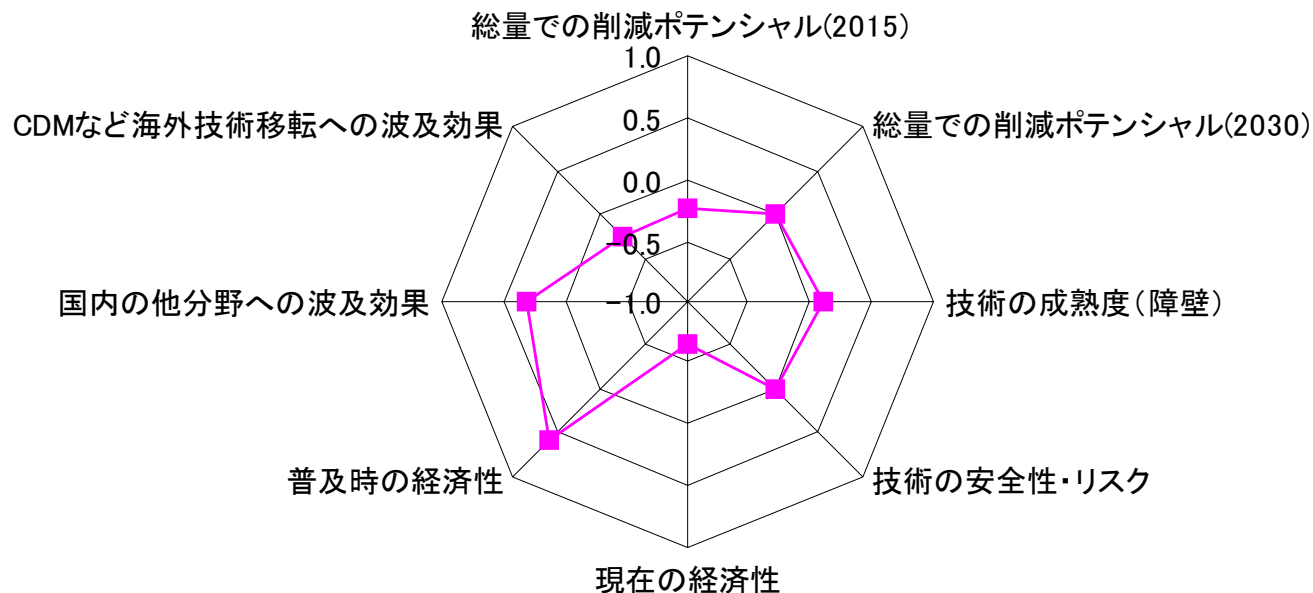
第六主成分(7.5%) —技術の海外技術移転将来性—



- 主成分6は7.5%の情報(分散)を持っており、国内の波及効果が低く、海外への波及効果が高い、また現在の経済性は低いが、普及時の経済性が高いことを重視した構成である。
- そこで、主成分6を「海外技術移転の将来性」とよぶことにする。

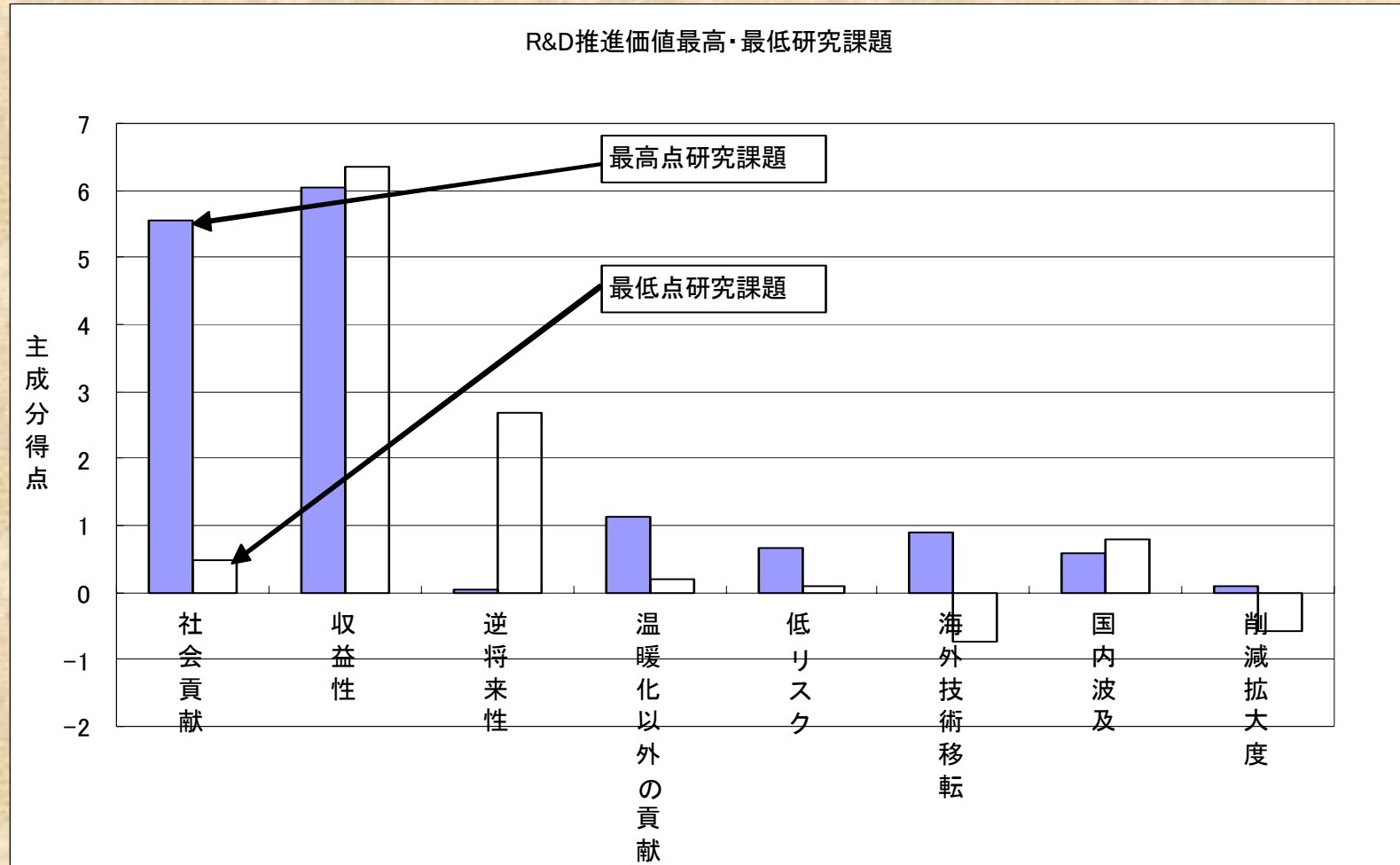
# 主成分分析7

第七主成分(4.5%) ー技術の国内波及将来性ー



- 主成分7は4.5%の情報(分散)を持っており、主成分6とは逆に、国内の波及が高く、海外への波及が低い、また現在の経済性は低い、普及時の経済性が高いことを重視した構成である。
- そこで、主成分7を「国内技術波及の将来性」とよぶことにする。

# 研究課題毎の主成分得点例



- ここでは、142の個別課題の中からR&Dの推進価値が最高・最低となった2課題について、主成分得点を示した。
- 特に総合社会貢献度(主成分1)と逆将来性(主成分3)の得点の差がR&D推進価値の総合評価の差につながったことが分かる。



# 重回帰分析(1)

- 重回帰分析では、総量での削減ポテンシャル、技術の成熟度、安全性、現在及び普及時の経済性、国内、海外への波及効果の8項目を用いて総合評価指標であるR&D推進価値と普及促進価値を評価することを試みた。
- 具体的には、上記8項目または主成分分析で得た指標の線形結合でR&D推進価値と普及促進価値を表すことになる。
- ここでは、上記の線形結合のうち、統計的に説明力のある組み合わせを、ステップワイズ法により探索した。

## 重回帰分析(2)

$$\text{R\&D価値} = 0.42(\text{貢献度}) - 0.18(\text{逆将来}) + 0.13(\text{外移転}) + 0.25(\text{内波及}) + 1.25$$

(23.7)                      (-5.4)                      (3.4)                      (5.5)                      (18.4)

$$R^2=0.88$$

説明変数の係数値下の( )内はt値

$$\text{普及価値} = 0.35(\text{貢献度}) + 0.22(\text{収益性}) + 0.23(\text{外移転}) + 0.41(\text{内波及}) - 0.37$$

(15.0)                      (7.2)                      (4.6)                      (6.8)                      (-1.6)

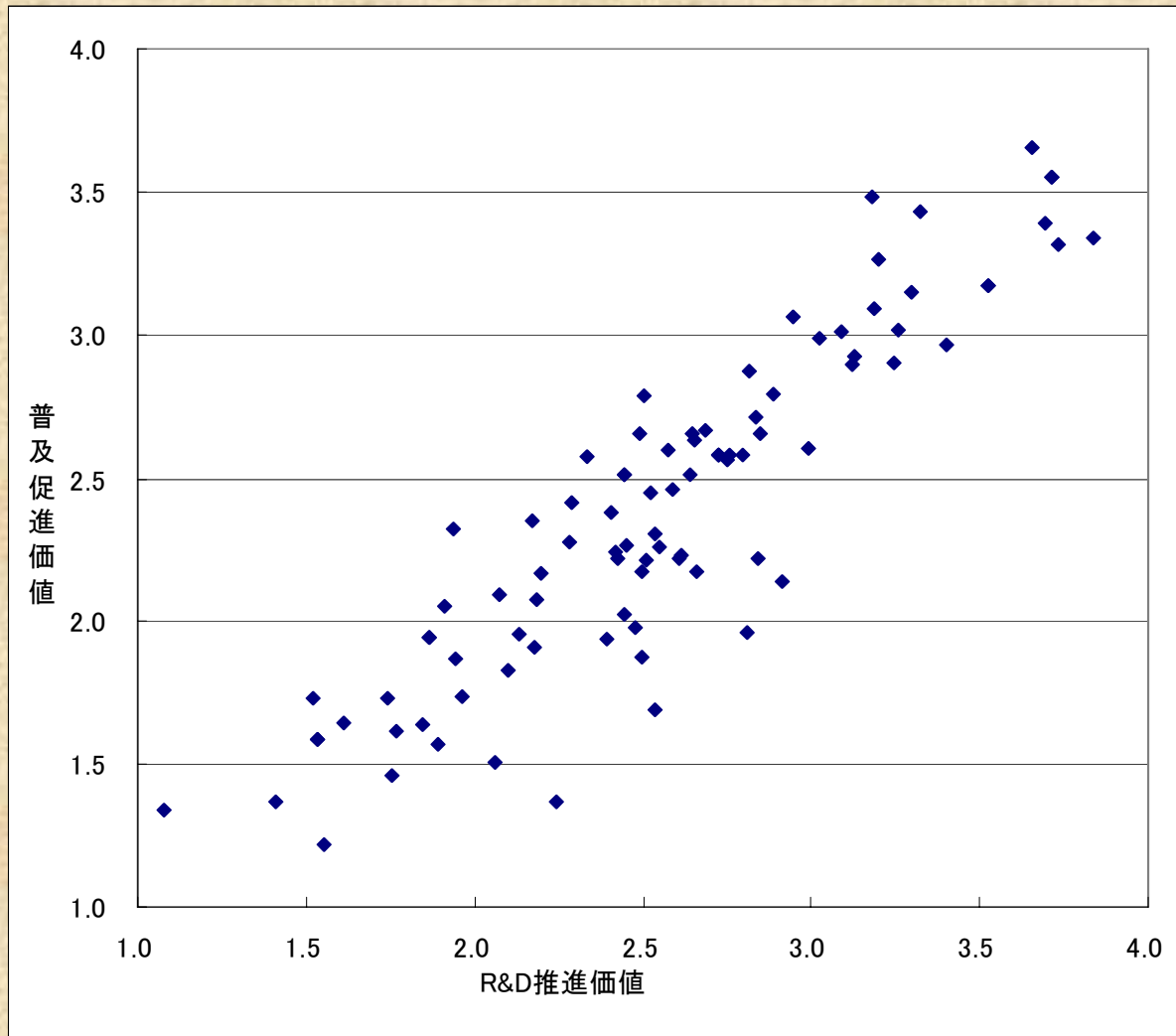
$$R^2=0.81$$

説明変数の係数値下の( )内はt値

- |                         |         |
|-------------------------|---------|
| •貢献度: 技術の総合的社会貢献度       | (第一主成分) |
| •収益性: 技術の総合的収益性         | (第二主成分) |
| •逆将来: 技術の逆将来性(将来性が低いこと) | (第三主成分) |
| •外移転: 海外技術移転の可能性        | (第六主成分) |
| •内波及: 国内技術波及の将来性        | (第七主成分) |

ステップワイズ法により、t値も十分高い説明変数を選んでおり、全体として統計的に説明力のある結果が得られた。

# 重回帰分析(3)



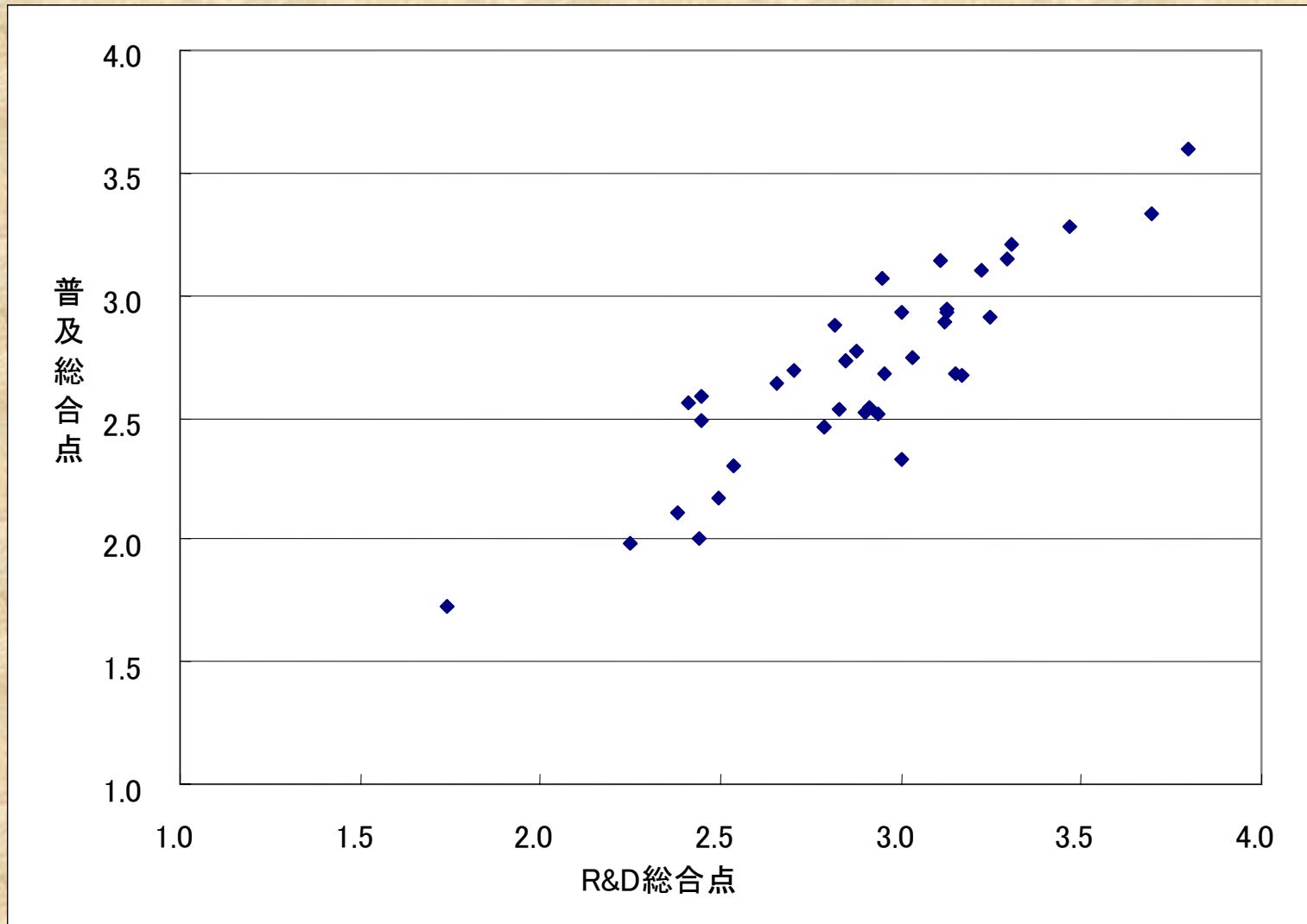
•重回帰の結果得られた上記の関係式から、142の各個別課題のR&D推進価値と普及促進価値を算出し、各々縦軸、横軸としてプロットすると上図のようになる。

# 研究課題の評価(1)

- ここでは、前出の142の個別課題を39の研究課題にグルーピングし、R&D推進価値と普及促進価値を総合的に評価した。
- 上記総合価値の評価には、前出の142個別課題の重回帰分析で得た指標の線形結合を用いた。



## 研究課題の評価(2)



重回帰の結果得られた上記の関係式から、39の各研究課題のR&D推進価値と普及促進価値を算出し、各々縦軸、横軸としてプロットすると上図のようになる。

# 研究課題の評価(3) (暫定版)

大分類	中分類	小分類	研究課題	総量削減 ポテンシャル (2015)※1	総量削減 ポテンシャル (2030)※1	現在の 経済性※2	普及時の 経済性※2	R&D推進 価値	普及促進 価値	
エネルギー 供給対策	環境調和型 エネルギー 源	太陽光・熱	太陽光・熱利用技術	③	④	②	③	◎	◎	
		バイオマス・廃 棄物	バイオマスプラスチック関連技術	②	③	③	④	○	○	
			バイオマス・廃棄物エネルギー利用技術	③	④	②	③	◎	◎	
			その他(風力・ 水力・地熱等)	風力発電	③	③	③	③	△	△
			地熱ほか自然熱利用技術	③	③	③	④	△	△	
	新エネル ギー媒体	水素	水素有効利用技術	③	③	④	④	○	△	
		新液体燃料	新液体燃料	②	②	④	④	△	△	
		エネルギ ー転換	大規模発電	高効率火力発電技術	③	③	③	④	◎	◎
小規模発電	高効率ガスエンジン技術		④	④	③	④	◎	◎		
燃料電池	燃料電池技術		③	④	①	③	◎	◎		
エネルギ ー供給 /需要対策	システム	社会システム	分散型エネルギーシステム技術	③	③	③	③	○	△	
			都市システム技術	③	③	③	④	○	○	
情報システム		電子タグ関連技術	②	③	③	④	○	△		
		デジタル情報家電・機器	③	④	②	④	◎	◎		
エネルギー 需要対策	製造工程	素材	省エネ型鉄鋼プロセス技術	③	④	④	④	○	◎	
			省エネ型非鉄金属プロセス技術	②	②	②	④	△	○	
			省エネ型化学プロセス技術	②	③	④	④	△	△	
			CO2低排出型材料技術	③	③	①	③	○	○	
			素材／組立	高温空気燃焼制御技術	③	③	④	④	△	△
		組立	高効率半導体回路製造技術	②	②	③	④	△	△	
			省エネ型鋼構造接合技術	①	①	④	④	△	△	
			製品	汎用機器・デ バイス	高効率電力流通機器	③	③	②	③	○
	熱電変換システム	②			③	①	④	◎	◎	
	高性能デバイス	④			③	③	④	◎	○	
	高性能断熱材	③			③	④	④	△	○	
	高速ネットワーク通信技術	③			③	③	④	△	△	
	産業機器	次世代空調・冷凍技術		③	③	①	④	◎	◎	
		輸送機器		自動車の燃費改善技術	②	③	③	③	△	△
				クリーンエネルギー自動車	②	③	③	④	△	○
	省エネ型大規模輸送機器			②	③	②	③	○	○	
	民生機器			省エネ型ディスプレイ技術	③	③	③	④	◎	◎
		デバイスのシステム化技術		③	③	②	④	◎	◎	
		高効率照明技術		③	③	③	④	○	○	
		高効率ヒートポンプ		③	④	③	④	○	◎	
	住宅・建築	住宅建築関連技術		③	④	③	④	◎	◎	
		業務ビル系関連技術		③	③	③	④	○	○	
		その他		二酸化炭素回収・貯留	二酸化炭素隔離技術	②	④	③	③	○
	非エネ起源CO2,CH4,N2O			メタンおよび亜酸化窒素排出削減技術	③	③	④	④	△	○
	代替フロン等3ガスFC,PFC,SF6			フロン代替技術	③	④	②	③	◎	○

※1削減ポテンシャル  
①10万t-CO2/年以下  
②10～100万t/年  
③100～1,000万t/年  
④1,000万t/年以上

※2経済性  
①5倍以上  
②2～5倍  
③1～2倍  
④1倍未満

※本表は、前図のように評価されたR&D推進価値と普及促進価値を適当な閾値を用いて◎、○、△に区分し、各研究課題名と共に表示したものである。

研究開発推進価値及び普及促進価値は、政府が行うべきものとして評価し、これらの結果は8つの評価項目(削減ポテンシャルや経済性など)に沿った専門家の定性的評価を統計的に処理した暫定的な結果であり、更なる多面的な検討により、今後変更があり得る。