

温暖化対策技術調査検討ワーキンググループ

温室効果ガス排出削減技術
の総合評価
(改訂版)

2005年11月16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

温暖化WG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CO₂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G H G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、
C D M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	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、5~20%削減、20~50%削減、50%以上削減、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、5~20%削減、20~50%削減、50%以上削減、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10万t-CO2/年以下、10~100万t/年、100万t/年~1000万t/年、1000万t/年以上、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10万t-CO2/年以下、10~100万t/年、100万t/年~1000万t/年、1000万t/年以上、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 極めて未成熟、未成熟、成熟、極めて成熟、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 極めて高リスク、高リスク、低リスク、極めて低リスク、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5倍以上、2~5倍、1~2倍、1倍未満、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、量産効果を楽しんだ時点では、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5倍以上、2~5倍、1~2倍、1倍未満、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、極めて小さい、小さい、大きい、極めて大きい、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、極めて小さい、小さい、大きい、極めて大きい、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 提案した 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 極めて低い、低い、高い、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 極めて低い、低い、高い、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。		要素技術開発である が、電池効率で20%アップ
	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。		要素技術開発である が、電池効率で20%アップ
	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)。		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。		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。		具体性不明 だが、現行技術から類推
	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。		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。		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。		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。		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)	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
課題内容を助案した総合評価	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。			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。			実用段階にない

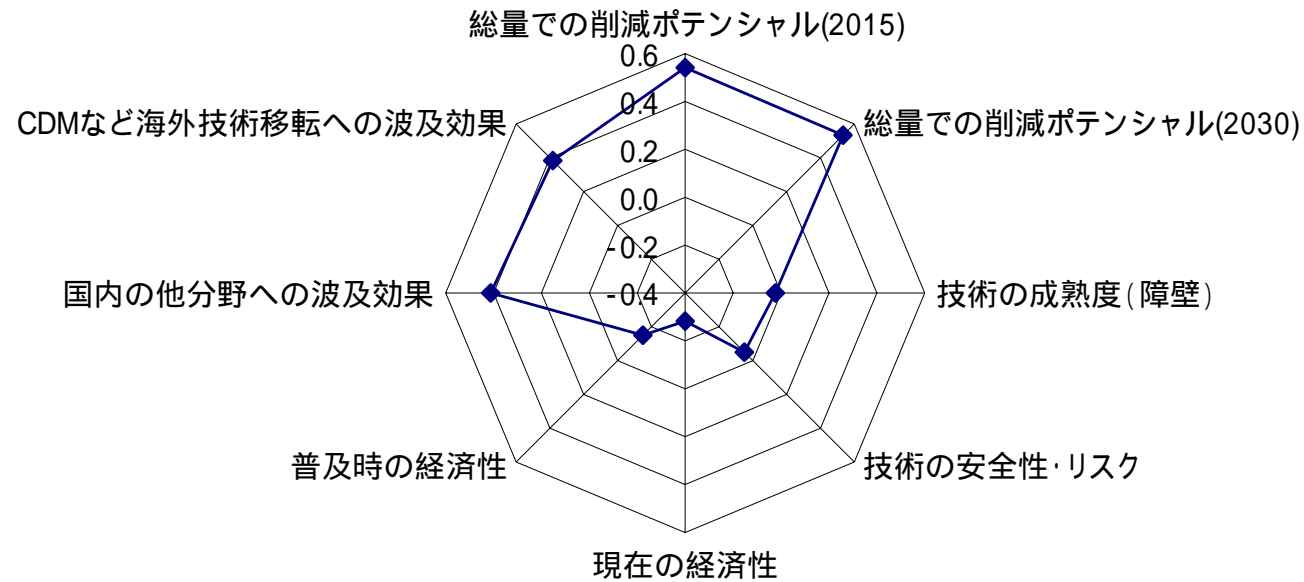
- 個別評価項目について、主成分分析を行う。
- 個別評価項目と総合評価指標との間で、重回帰分析を行う。

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ることであり、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ることになる。
- 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

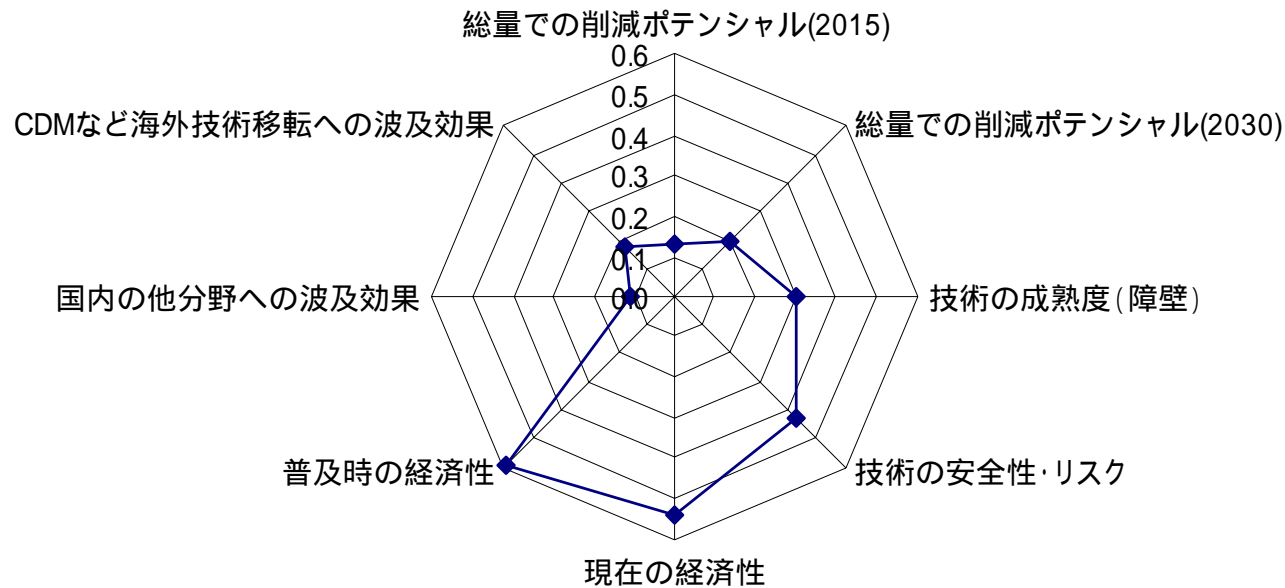
第一主成分(31%) - GHG削減と波及による総合的社会貢献度 -



- 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

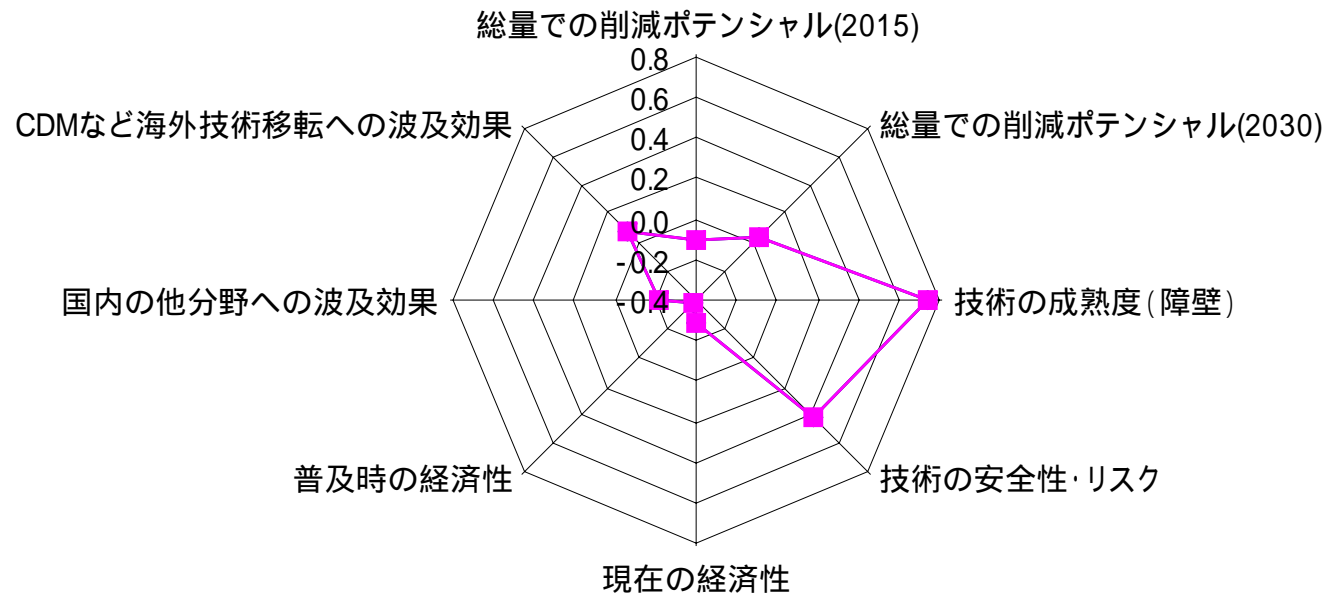
第二主成分(21%) - ローリスク・ハイリターンによる総合的収益性 -



- 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

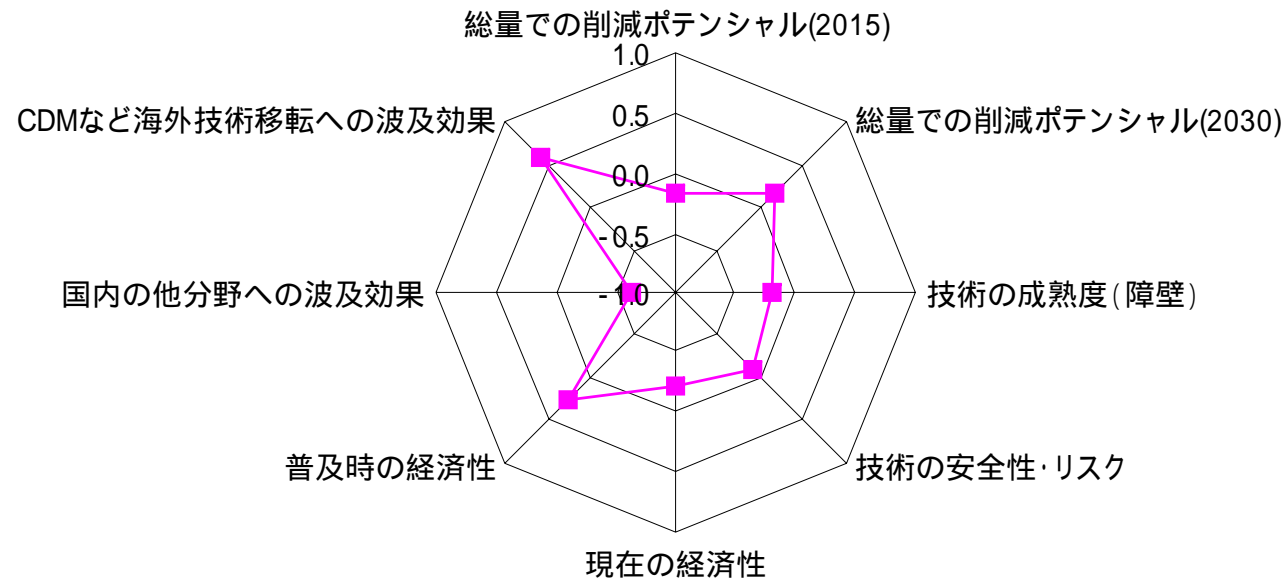
第三主成分(13%) - 技術の逆将来性 -



- 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

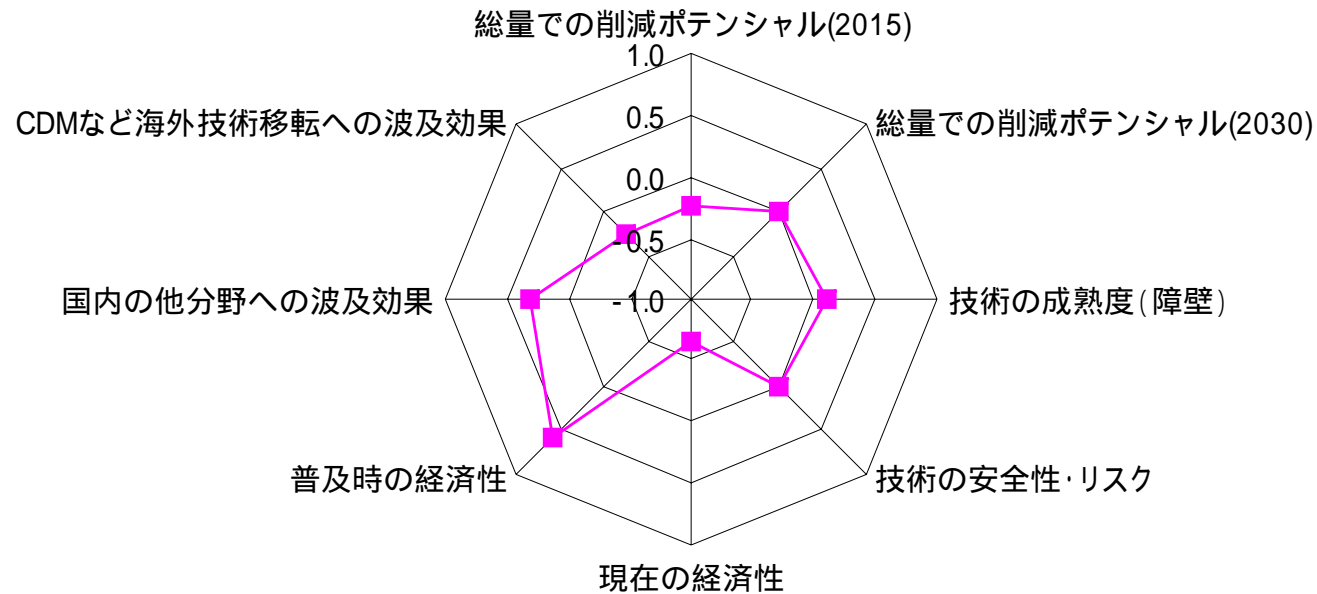
第六主成分(7.5%) - 技術の海外技術移転将来性 -



- 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、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%) - 技術の国内波及将来性 -



- 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。

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)

$$\text{R\&D価値} = 0.36(\text{貢献度}) - 0.10(\text{逆将来}) + 0.12(\text{外移転}) + 0.23(\text{内波及}) + 2.55$$

(23.6) (-4.3) (3.9) (6.0) (108)

$$R^2=0.87$$

説明変数の係数値下の()内はt値

$$\text{普及価値} = 0.31(\text{貢献度}) + 0.14(\text{収益性}) + 0.19(\text{外移転}) + 0.38(\text{内波及}) + 2.39$$

(15.8) (6.3) (4.7) (7.7) (79.1)

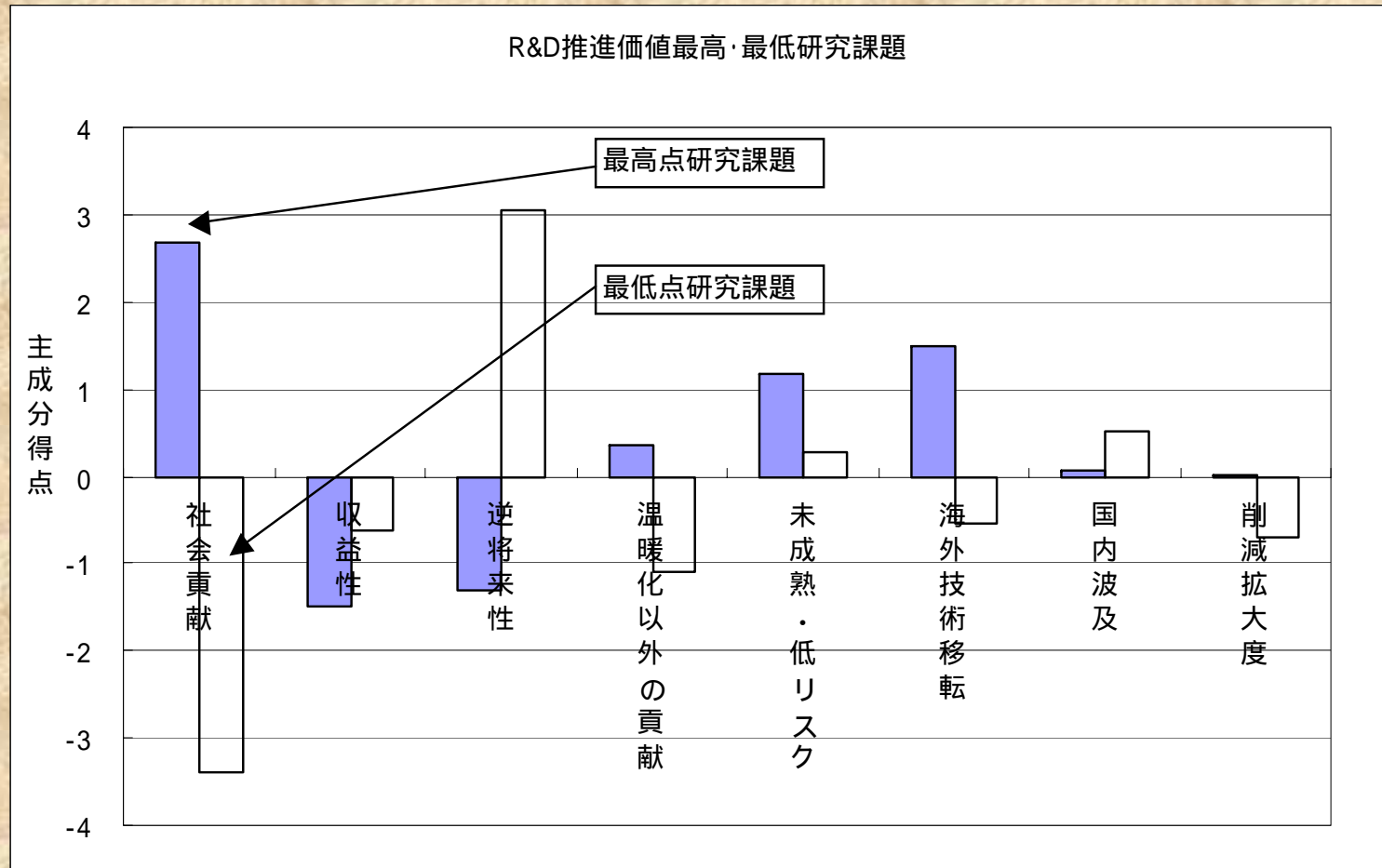
$$R^2=0.80$$

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)

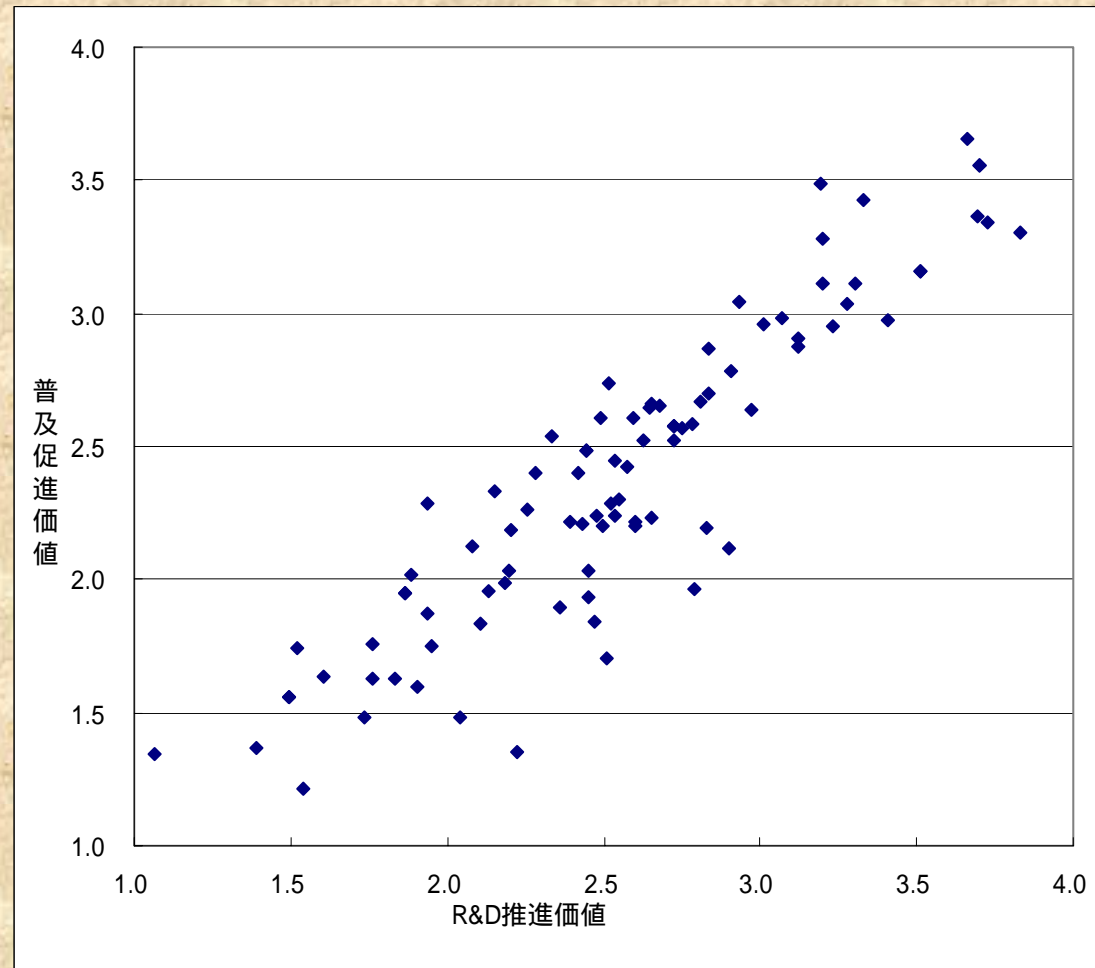
ステップワイズ法により、t値も十分高い説明変数を選んでおり、全体として統計的に説明力のある結果が得られた。

重回帰分析(3)



- 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(4)

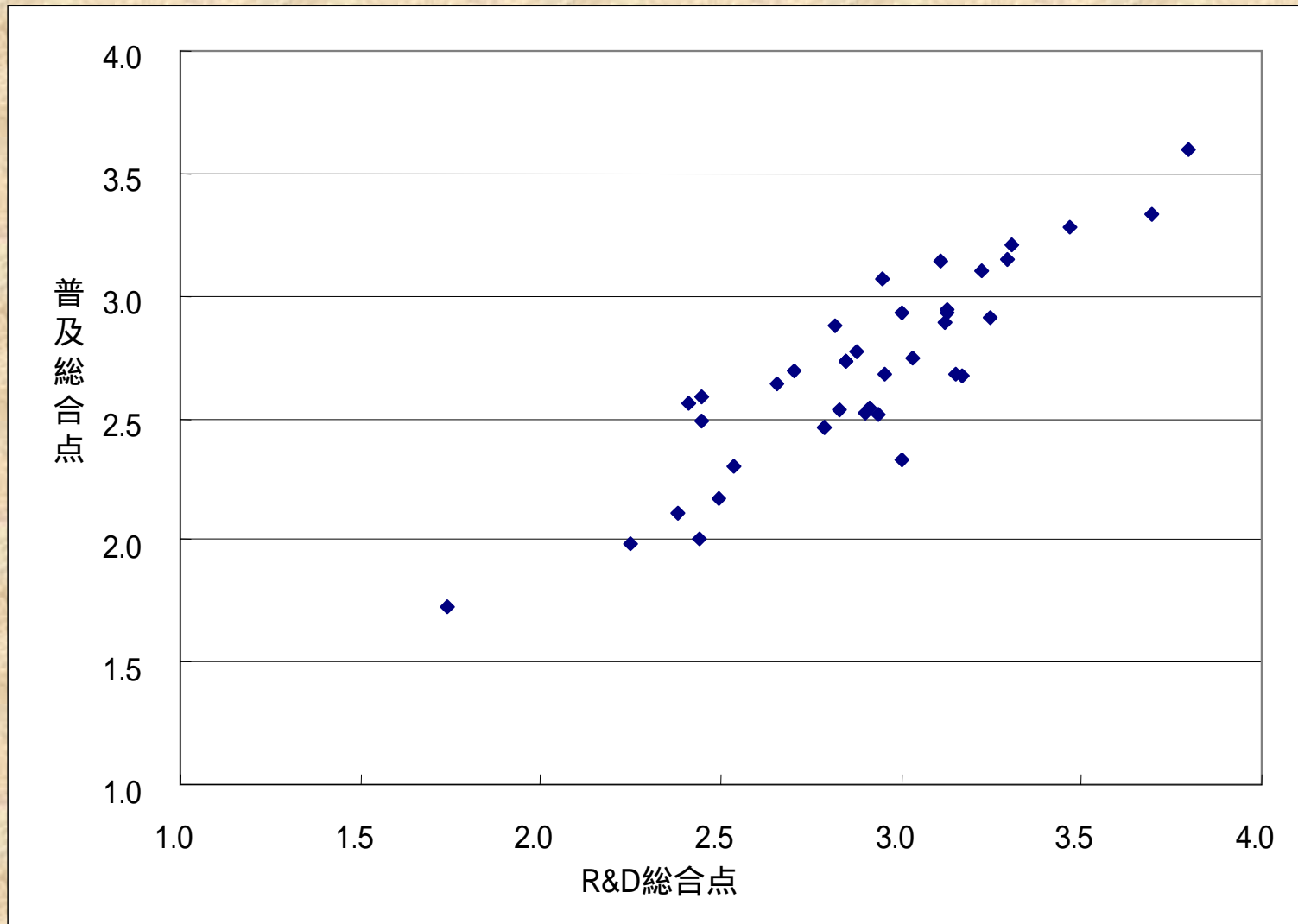


•重回帰の結果得られた上記の関係式から、142の各個別課題のR&D推進価値と普及促進価値を算出し、各々縦軸、横軸としてプロットすると上図のようになる。

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	R&D価値	普及価値	
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			
		バイオマス・廃棄物	バイオマスプラスチック関連技術			
			バイオマス・廃棄物エネルギー利用技術			
		その他(風力・水力・地熱等)	風力発電			
	新エネルギー媒体	水素	水素有効利用技術			
		新液体燃料	新液体燃料			
	エネルギー転換	大規模発電	高効率火力発電技術			
		小規模発電	高効率ガスエンジン技術			
		燃料電池	燃料電池技術			
		エネルギーシステム	分散型エネルギーシステム技術			
エネルギー需要対策	システム	都市システム	都市システム技術			
		情報システム	電子タグ関連技術			
			デジタル情報家電・機器			
	製造工程	素材	省エネ型化学プロセス技術			
			省エネ型鉄鋼プロセス技術			
			CO2低排出型材料技術			
			省エネ型非鉄金属プロセス技術			
		組立	高効率半導体回路製造技術			
			高温空燃焼制御技術			
	製品	汎用機器・デバイス	省エネ型電力流通機器			
			熱電変換システム			
			高性能デバイス			
			高性能断熱材			
		民生機器	高速ネットワーク通信技術			
			省エネ型ディスプレイ技術			
			デバイスのシステム化技術			
			高効率照明技術			
		産業機器	高効率ヒートポンプ			
			次世代空調・冷凍技術			
			輸送機器	自動車の燃費改善技術		
				クリーンエネルギー自動車		
	省エネ型大規模輸送機器					
	住宅・建築	住宅建築関連技術				
		業務ビル系関連技術				
	その他	炭素隔離	発生源からの回収・貯留	二酸化炭素隔離技術		
		非エネルギー起源CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O		メタンおよび亜酸化窒素排出削減技術		
		代替フロン等3ガス(HFC、PFC、SF ₆)		フロン代替技術		

本表は、前図のよりに評価されたR&D価値と普及価値を適当な関値を用いて、区分し、各研究課題名と共に表示したものである。