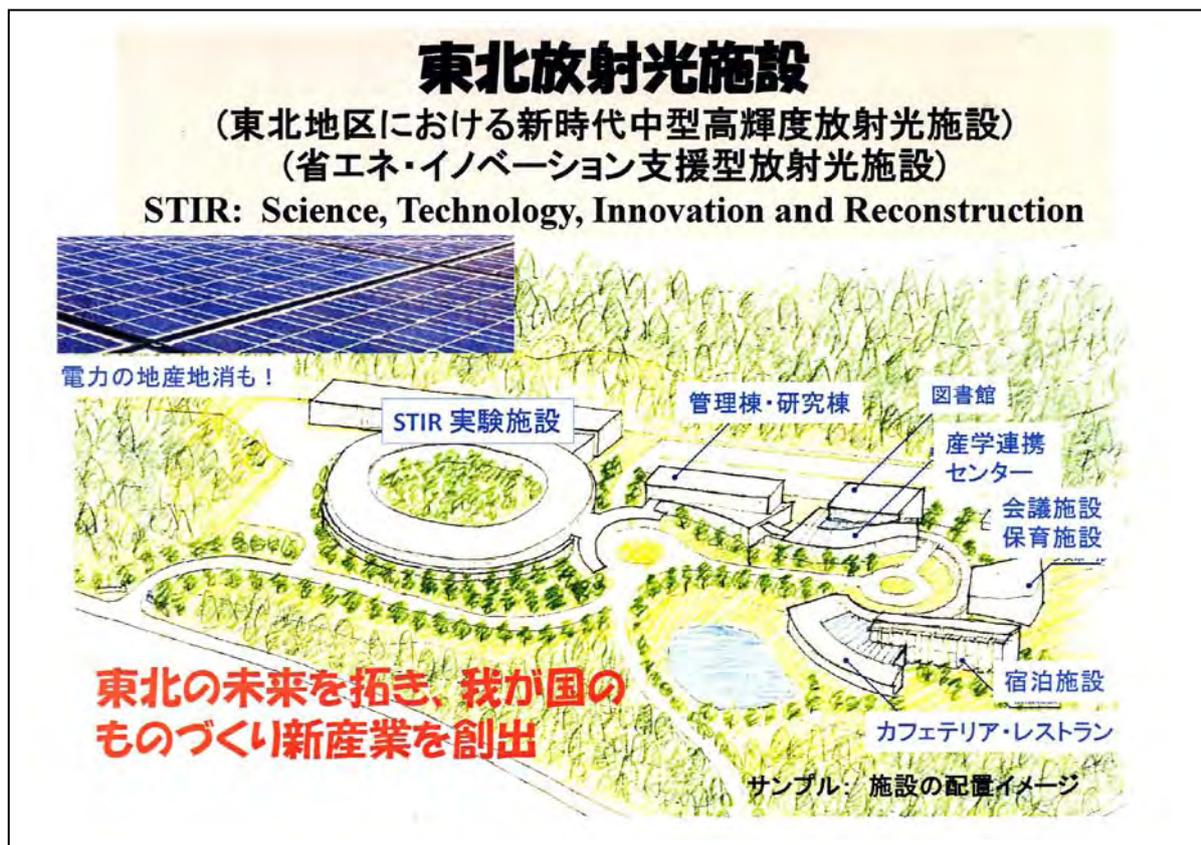


東北放射光施設による 経済波及効果の計測

東北大学大学院経済学研究科 林山泰久

2012年10月



【問い合わせ先】

〒980-8576 仙台市青葉区川内 27-1

東北大学大学院経済学研究科 林山泰久

Tel.:022-795-6317

E-mail: yhaya@econ.tohoku.ac.jp

東北放射光施設による経済波及効果の計測

平成24年10月30日

1. はじめに

東北の7国立大は、連携して強力な電磁波(放射光)を用いて物質の構造を詳しく解析する新時代中型高輝度大型放射光施設(以下、東北放射光施設と称する)の東北への誘致に乗り出しており、エレクトロニクスや医療などの最先端の研究成果を企業誘致や産業創出につなげ、東日本大震災からの復興に役立てることを目標としている。東北放射光施設とは、線形加速器から導入した電子を、全長約300mのリング型蓄積リング内で光りとほぼ等しい速度で周回させ、この高エネルギー電子が磁場の力で曲がる際に発生する電磁波を利用して物質の構造解析および元素分析等を行う最先端装置である。

そこで、本調査は東北放射光施設による経済波及効果の計測を行い、その経済効率性を検討することを目的とする。



2. 経済波及効果の計測方法

本調査においては、東北放射光施設による経済波及効果を計測するために、経済学の一手法である産業連関分析(Input Output Analysis, I/O Analysis)を用いるものとし、東北放射光施設の建設段階と供用段階に大別して経済波及効果を計測するものとした。また、施設の供用効果は当面10年間継続するものと想定する。特に、施設の供用段階の効果については、東北放射光施設を利用したことにより幅広い分野において技術開発が成され、当該分野の研究開発および投資が促進する効果を捉えている。なお、これらの分野の市場規模が拡大するという効果が見込めるものの、分析方法が複雑かつ膨大であることから、産業連関分析の枠組みからは除外するものとした。本調査では、その代替案として専門家に対するヒアリングにより、市場の拡大の規模をシナリオとして外生的に与えるものとした。

3. 経済波及効果の計測結果

ここでは、東北放射光施設による経済波及効果を計測するにあたり、建設地を宮城県と仮定して、(1)建設段階と(2)供用段階との2段階の経済波及効果の総計を東北放射光施設による経済波及効果とし、表-1～表-5に示す。

(1) 建設段階

表-1 建設段階の効果

適用モデル		生産誘発効果(億円)		誘発雇用者数(人)	
		一般的な産業連関モデル	消費内生モデル	一般的な産業連関モデル	消費内生モデル
東北ブロック	青森県	2.7	6.8	22	64
	岩手県	5.0	13.9	42	145
	宮城県	251.9	340.4	1,696	2,344
	秋田県	1.2	3.4	8	31
	山形県	4.6	9.9	33	84
	福島県	6.1	16.6	36	128
東北ブロック計		271.1	391.0	1,837	2,796
その他ブロック		128.1	315.4	567	1,693
全国計		399.2	706.4	2,404	4,490

(2) 供用段階

表－2 供用段階の効果(維持管理)

適用モデル		生産誘発効果(億円)		誘発雇用者数(人)	
		一般的な産業関連モデル	消費内生モデル	一般的な産業関連モデル	消費内生モデル
	青森県	0.8	4.5	7	46
	岩手県	2.0	10.7	16	119
	宮城県	187.9	293.6	1,343	2,114
	秋田県	0.5	2.5	3	25
	山形県	1.7	6.6	13	61
	福島県	2.7	13.0	19	112
東北ブロック計		195.5	330.9	1,400	2,476
その他ブロック		37.8	181.0	170	1,032
全国計		233.3	511.9	1,570	3,508

表－3 供用段階の効果(来訪者の増加)

適用モデル		生産誘発効果(億円)		誘発雇用者数(人)	
		一般的な産業関連モデル	消費内生モデル	一般的な産業関連モデル	消費内生モデル
	青森県	0.1	0.3	1	3
	岩手県	0.2	0.7	2	8
	宮城県	11.6	17.3	164	205
	秋田県	0.0	0.1	0	2
	山形県	0.1	0.3	1	3
	福島県	0.3	0.9	3	8
東北ブロック計		12.3	19.6	171	229
その他ブロック		2.6	10.9	17	67
全国計		14.9	30.5	187	296

表－4 供用段階の効果(投資の促進効果)

適用モデル		生産誘発効果(億円)		誘発雇用者数(人)	
		一般的な産業関連モデル	消費内生モデル	一般的な産業関連モデル	消費内生モデル
	青森県	1.3	2.6	8	21
	岩手県	2.1	3.6	11	26
	宮城県	3.6	6.8	18	42
	秋田県	1.9	3.1	8	20
	山形県	2.7	4.1	13	26
	福島県	9.3	13.5	29	61
東北ブロック計		21.0	33.7	86	195
その他ブロック		290.1	468.9	1,015	2,130
全国計		311.1	502.6	1,101	2,325

表－５ 供用段階の効果(市場規模の拡大効果)

	生産誘発効果(億円)	誘発雇用者数(人)
青森県	7.1	30
岩手県	13.2	42
宮城県	19.5	59
秋田県	15.4	34
山形県	21.2	60
福島県	75.9	106
東北ブロック計	152.3	331
その他ブロック	1,331.2	2,935
全国計	1,483.5	3,266

4. おわりに

本調査では、これまでの計測結果および既存研究・調査を精査した上で、消費を内生化した産業連関モデルを採用し、東北放射光施設がもたらす10年間の経済波及効果は、表－6に示した値を最終的な調査結果とする。

表－6 東北放射光施設による経済波及効果の総括

	①生産誘発効果 (億円)	誘発雇用者数 (人)	投資額(億円)			①/②
			建設 投資額	維持 管理費	②合計	
青森県	21.3	164	0.0	0.0	0.0	—
岩手県	42.1	340	0.0	0.0	0.0	—
宮城県	677.6	4,764	200.0	143.2	343.2	—
秋田県	24.5	112	0.0	0.0	0.0	—
山形県	42.1	234	0.0	0.0	0.0	—
福島県	119.9	415	0.0	0.0	0.0	—
東北ブロック計	927.5	6,029	200.0	143.2	343.2	—
その他ブロック	2,307.4	7,857	0.0	0.0	0.0	—
全国計	3,234.9	13,886	200.0	143.2	343.2	—
費用便益分析	2,016.6	—	200.0	143.2	343.2	5.9

注1：上記、維持管理費は10年間累積値の割引現在価値。

注2：費用便益分析の行は、費用便益分析を実施する場合には、対象とされるべき便益は建設投資額および維持管理費による生産誘発額を除外した純粋な施設共用による生産誘発額(正確には、社会的便益)のみを対象としていることに注意が必要である。

以上のように、東北放射光施設による経済波及効果は、10年間で生産誘発額3,234.9億円、誘発雇用者数は13,886人と計測された。また、費用便益分析の枠組みに経済波及効果を修正した場合の費用便益比は5.9と、他の類似研究施設と比較して極めて経済効率性が高い事業であることが分かる。

東北放射光施設は、日本のみならず世界の基礎科学の発展に貢献し、東北と世界の交流機会が促進されることが容易に予想される。これらの効果は、さらに、当該施設には、我が国は言うに及ばず世界各国から10年間で数千人を超える研究者が来訪し、定住人口も増加することが予想され、東北地域の産業および経済の活性化に貢献し得る。この意味で、雇用創出および産業創出による東北地域の復興については、生命科学、創薬、医療、材料、環境およびエレクトロニクスなど幅広い分野の産業集積が促進され、雇用が創出可能であると考えられる。

以上、本調査結果から、東北の7国立大の力を結集させて東北地域に広範なイノベーション推進研究を強力に支援する拠点形成を実現することは極めて経済効率性が高い計画であると判断される。したがって、東北放射光施設計画を東北地方およびその周辺地域での震災復興および科学技術・産業の革新的振興を基礎科学の裏付けと融

合させることにより達成することは、我が国のものづくりの優位性維持と長期的かつ着実な発展に大きく貢献することは言うまでもない。

参考：類似研究施設の計測例との比較

研究施設名称	①経済波及効果 (億円)	投資額(億円)			②③ 費用便益比	備 考
		建設 投資額	維持管理費	④合計		
東北放射光施設 (本調査対象)	2,016.6	200.0	16.98(億円/年) =143.2	343.2	5.9	※消費を内生化した地域間産業連関分析 ※市場規模の拡大効果は既存調査を援用
大型放射光施設 SPring-8	1,655.0~2,282.0	1,100.0	84.9(億円/年) =716.2	1,816.2	0.91~1.26	※三菱総合研究所[2007]より抜粋
国際リニアコライダー	42,574 (建設投資による誘発の取り扱いが不明であり、20年間累積値)	7,736.0	200.0~400.0(億円/年) =2,530.6	10,266.6	—	※野村総合研究所[2012]より抜粋(建設期間10年、運用期間20年として計算) ※算定根拠が異なるため他とは比較不可能

注1：上記、維持管理費は10年間累積値の割引現在価値。

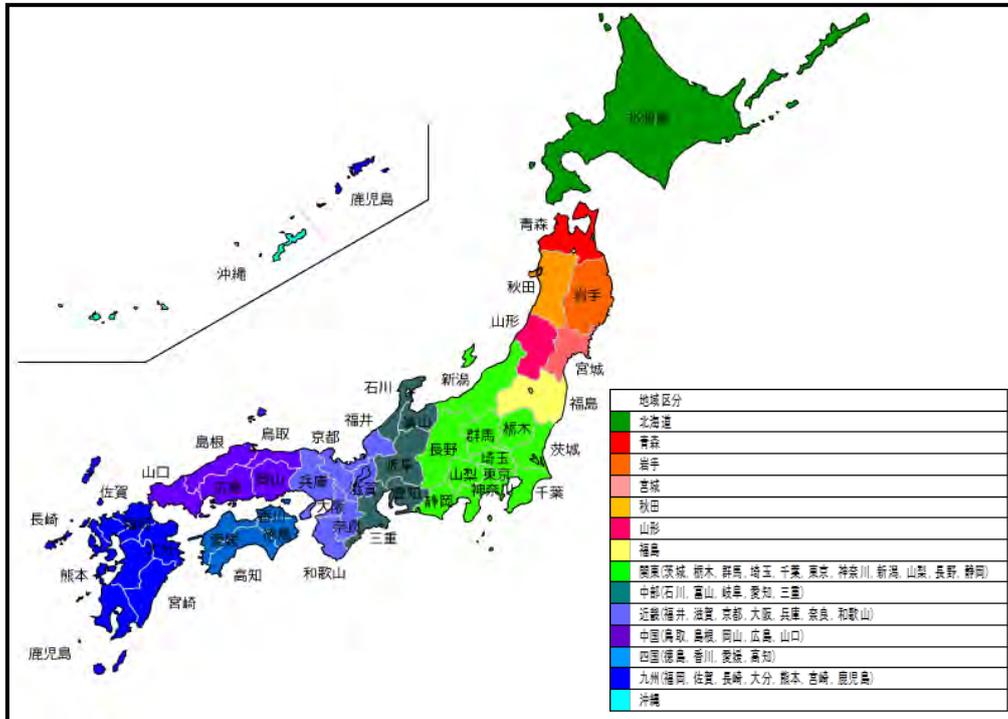
注2：ここでの①経済波及効果とは、生産誘発額から建設投資額および維持管理費による生産誘発額を除外した純粋な施設共用による生産誘発額であり、②③は費用便益比を意味する。

【文責・問い合わせ先】
 東北大学大学院経済学研究科 林山泰久
 〒980-8576 仙台市青葉区川内 27-1
 Tel.:022-795-6317
 E-mail: yhaya@econ.tohoku.ac.jp

参考資料(解説編)：東北放射光施設による経済波及効果の計測

(1) 地域区分

本調査では、付図-1に示すように経済産業省のブロック区分に従い日本全国を9ブロックとし、さらに、東北ブロックを6県に分割するものとした。



付図-1 地域区分

(2) 産業分類

本調査では、産業分類を45部門分類とした。付表-1には、平成17年(2005年)地域表基本分類(行519×列406部門)との対応関係を示す。

付表-1 産業分類(45部門分類)

45部門分類		2005年地域表基本分類(行519×列406部門)
1	農業	米, 稲わら, 麦類, 小麦(国産), 小麦(輸入), 大麦(国産), 大麦(輸入), いも類, かんしょ, ばれいしょ, 豆類, 大豆(国産), 大豆(輸入), その他の豆類, 野菜, 野菜(露地), 野菜(施設), 果実, かんきつ, りんご, その他の果実, 砂糖原料作物, 飲料用作物, コーヒー豆・カカオ豆(輸入), その他の飲料用作物, その他の食用耕種作物, 雑穀, 油糧作物, 食用工芸作物, 飼料作物, 種苗, 花き・花木類, その他の非食用耕種作物, 葉たばこ, 生ゴム(輸入), 綿花(輸入), その他の非食用耕種作物, 酪農, 生乳, その他の酪農生産物, 鶏卵, 肉鶏, 豚, 肉用牛, その他の畜産, 羊毛, その他の畜産, 獣医学, 農業サービス(除獣医学)
2	林業	育林, 素材, 素材(国産), 素材(輸入), 徳用林産物(含狩猟業)
3	漁業	海面漁業(国産), 沿岸漁業, 沖合漁業, 遠洋漁業, 海面漁業(輸入), 海面養殖業, 内水面漁業・養殖業, 内水面漁業, 内水面養殖業
4	鉱業	金属鉱物, 鉄鉱石, 非鉄金属鉱物, 窯業原料鉱物, 石灰石, その他の窯業原料鉱物, 砂利・採石, 碎石, その他の非金属鉱物, 石炭・原油・天然ガス, 石炭, 原油, 天然ガス,
5	食料品・たばこ	と畜(含肉鶏処理), 牛肉(枝肉), 豚肉(枝肉), 鶏肉, その他の肉(枝肉), と畜副産物(含肉鶏処理副産物), 肉加工品, 畜産びん・かん詰, 酪農品, 飲用牛乳, 乳製品, 冷凍魚介類, 塩・干・くん製品, 水産びん・かん詰, ねり製品, その他の水産食品, 精穀, 精米, その他の精穀, 製粉, 小麦粉, その他の製粉, めん類, パン類, 菓子類, 農産びん・かん詰, 農産保存食料品(除びん・かん詰), 砂糖, 精製糖, その他の砂糖・副産物, でん粉, ぶどう糖・水あめ・異性化糖, 植物油脂, 植物油脂, 加工油脂, 植物原油かす, 動物油脂, 調味料,

		冷凍調理食品, レトルト食品, そう菜・すし・弁当, 学校給食(国公立), 学校給食(私立), その他の食料品, 清酒, ビール, ウィスキー類, その他の酒類, 茶・コーヒー, 清涼飲料, 製氷, 飼料, 有機質肥料, たばこ
6	繊維製品	紡績糸, 綿・スフ織物(含合繊短繊維織物), 絹・人絹織物(含合繊長繊維織物), 毛織物・麻織物・その他の織物, ニット生地, 染色整理, 綱・網, じゅうたん・床敷物, 繊維製衛生材料, その他の繊維工業製品, 織物製衣服, ニット製衣服, その他の衣服・身の回り品, 寝具, その他の繊維既製品
7	製材・木製品	製材, 合板, 木材チップ, その他の木製品, 建設用木製品, その他の木製品
8	家具・装備品	木製家具・装備品, 木製建具, 金属製家具・装備品
9	パルプ・紙・紙加工品	パルプ, 古紙, 洋紙・和紙, 板紙, 段ボール, 塗工紙・建設用加工紙, 段ボール箱, その他の紙製容器, 紙製衛生材料・用品, その他のパルプ・紙・紙加工品,
10	印刷・製版・製本	印刷・製版・製本
11	化学製品	化学肥料, ソーダ工業製品, ソーダ灰, か性ソーダ, 液体塩素, その他のソーダ工業製品, 無機顔料, 酸化チタン, カーボンブラック, その他の無機顔料, 圧縮ガス・液化ガス, 塩, 原塩, 塩, その他の無機化学工業製品, 石油化学基礎製品, エチレン, プロピレン, その他の石油化学基礎製品, 石油化学系芳香族製品, 純ベンゼン, 純トルエン, キシレン, その他の石油化学系芳香族製品, 脂肪族中間物, 合成アルコール類, 酢酸, 二塩化エチレン, アクリロニトリル, エチレングリコール, 酢酸ビニルモノマー, その他の脂肪族中間物, 環式中間物, スチレンモノマー, 合成石炭酸, テレフタル酸(高純度), カプロラクタム, その他の環式中間物, 合成ゴム, メタン誘導品, 油脂加工製品, 可塑剤, 合成染料, その他の有機化学工業製品, 熱硬化性樹脂, 熱可塑性樹脂, ポリエチレン(低密度), ポリエチレン(高密度), ポリスチレン, ポリプロピレン, 塩化ビニル樹脂, 高機能性樹脂, その他の合成樹脂, レーヨン・アセテート, 合成繊維, 医薬品, 石けん・合成洗剤・界面活性剤, 石けん・合成洗剤, 界面活性剤, 化粧品・歯磨, 塗料, 印刷インキ, 写真感光材料, 農薬, ゼラチン・接着剤, その他の化学最終製品, 触媒, その他の化学最終製品
12	石油・石炭製品	石油製品, ガソリン, ジェット燃料油, 灯油, 軽油, A重油, B重油・C重油, ナフサ, 液化石油ガス, その他の石油製品, 石炭製品, コークス, その他の石炭製品, 舗装材料
13	プラスチック製品	プラスチック製品, プラスチックフィルム・シート, プラスチック板・管・棒, プラスチック発泡製品, 工業用プラスチック製品, 強化プラスチック製品, プラスチック製容器, プラスチック製日用雑貨・食卓用品, その他のプラスチック製品
14	ゴム製品	タイヤ・チューブ, ゴム製履物, プラスチック製履物, その他のゴム製品
15	皮革・同製品	革製履物, 製革・毛皮, かばん・袋物・その他の革製品
16	窯業・土石製品	板ガラス・安全ガラス, 板ガラス, 安全ガラス・複層ガラス, ガラス繊維・同製品, その他のガラス製品, ガラス製加工素材, その他のガラス製品, セメント, 生コンクリート, セメント製品, 陶磁器, 建設用陶磁器, 工業用陶磁器, 日用陶磁器, 耐火物, その他の建設用土石製品, 炭素・黒鉛製品, 研磨材, その他の窯業・土石製品
17	鉄鋼製品	銑鉄, フェロアロイ, 粗鋼(転炉), 粗鋼(電気炉), 鉄屑, 熱間圧延鋼材, 普通鋼形鋼, 普通鋼鋼板, 普通鋼鋼帯, 普通鋼小棒, その他の普通鋼熱間圧延鋼材, 特殊鋼熱間圧延鋼材, 熱間圧延鋼半製品, 鋼管, 普通鋼鋼管, 特殊鋼鋼管, 冷間仕上鋼材, 普通鋼冷間仕上鋼材, 特殊鋼冷間仕上鋼材, めっき鋼材, 鍛鋼, 鍛鋼, 鋳鋼, 鋳鉄管, 鋳鉄品及び鍛工品(鉄), 鋳鉄品, 鍛工品(鉄), 鉄鋼シャースリット業, その他の鉄鋼製品
18	非鉄金属製品	銅, 鉛・亜鉛(含再生), アルミニウム(含再生), その他の非鉄金属地金, 非鉄金属屑, 電線・ケーブル, 光ファイバケーブル, 伸銅品, アルミ圧延製品, 非鉄金属素材材, 核燃料, その他の非鉄金属製品
19	金属製品	建設用金属製品, 建築用金属製品, ガス・石油機器及び暖厨房機器, ボルト・ナット・リベット及びスプリング, 金属製容器及び製缶板金製品, 配管工事付属品・粉末や金製品・道具類, 配管工事付属品, 粉末や金製品, 刃物及び道具類, その他の金属製品, 金属プレス製品, 金属線製品, その他の金属製品
20	一般機械	ボイラ, タービン, 原動機, 運搬機械, 冷凍機・温湿調整装置, ポンプ及び圧縮機, 機械工具, その他の一般産業機械及び装置, 建設・鉱山機械, 化学機械, 産業用ロボット, 金属工作機械, 金属加工機械, 農業用機械, 繊維機械, 食品機械・同装置, 半導体製造装置, 真空装置・真空機器, その他の特殊産業用機械, 製材・木材加工・合板機械, パルプ装置・製紙機械, 印刷・製本・紙工機械, 鑄造装置, プラスチック加工機械, その他の特殊産業用機械, 金型, ベアリング, その他の一般機械器具及び部品
21	事務用・サービス用製品	複写機, その他の事務用機械, サービス用機器, 自動販売機, 娯楽用機器, その他のサービス用機器

22	民生用電気機械	民生用エアコンディショナ, 民生用電気機器(除エアコン)
23	電子・通信機械	ビデオ機器, 電気音響機器, ラジオ・テレビ受信機, 有線電気通信機器, 携帯電話機, 無線電気通信機器(除携帯電話機), その他の電気通信機器, パーソナルコンピュータ, 電子計算機本体(除パソコン), 電子計算機付属装置, 半導体素子, 集積回路, 電子管, 液晶素子, 磁気テープ・磁気ディスク, その他の電子部品
24	その他の電気機械	回転電気機械, 発電機器, 電動機, 変圧器・変成器, 開閉制御装置及び配電盤, 配線器具, 内燃機関電装品, その他の産業用電気機器, 電子応用装置, 電気計測器, 電球類, 電気照明器具, 電池, その他の電気機械器具
25	自動車	乗用車, トラック・バス・その他の自動車, 二輪自動車, 自動車車体, 自動車用内燃機関・同部分品, 自動車部品
26	その他の輸送用機械	鋼船, その他の船舶, 舶用内燃機関, 船舶修理, 鉄道車両, 鉄道車両修理, 航空機, 航空機修理, 自転車, その他の輸送機械, 産業用運搬車両, その他の輸送機械
27	精密機械	カメラ, その他の光学機械, 時計, 理化学機械器具, 分析器・試験機・計量器・測定器, 医療用機械器具
28	その他の製造業	がん具, 運動用品, 楽器, 情報記録物, 筆記具・文具, 身辺細貨品, 畳・わら加工品, 武器, その他の製造工業製品, 再生資源回収・加工処理
29	建築・建設補修	住宅建築(木造), 住宅建築(非木造), 非住宅建築(木造), 非住宅建築(非木造), 建設補修
30	土木	道路関係公共事業, 河川・下水道・その他の公共事業, 農林関係公共事業, 鉄道軌道建設, 電力施設建設, 電気通信施設建設, その他の土木建設
31	電力	事業用電力, 事業用原子力発電, 事業用火力発電, 水力・その他の事業用発電, 自家発電
32	ガス・熱供給	都市ガス, 熱供給業
33	水道・廃棄物処理	上水道・簡易水道, 工業用水, 下水道, 廃棄物処理(公営), 廃棄物処理(産業)
34	商業	卸売, 小売
35	金融・保険	金融, 公的金融(帰属利子), 民間金融(帰属利子), 公的金融(手数料), 民間金融(手数料), 生命保険, 損害保険
36	不動産	不動産仲介・管理業, 不動産賃貸業, 住宅賃貸料, 住宅賃貸料(帰属家賃)
37	運輸	鉄道旅客輸送, 鉄道貨物輸送, バス, ハイヤー・タクシー, 道路貨物輸送(除自家輸送), 外洋輸送, 沿海・内水面輸送, 沿海・内水面旅客輸送, 沿海・内水面貨物輸送, 港湾運送, 航空輸送, 国際航空輸送, 国内航空旅客輸送, 国内航空貨物輸送, 航空機使用事業, 貨物利用運送, 倉庫, こん包, 道路輸送施設提供, 水運施設管理, その他の水運付帯サービス, 航空施設管理(国公営), 航空施設管理(産業), その他の航空付帯サービス, 旅行・その他の運輸付帯サービス
38	通信・放送	郵便・信書便, 固定電気通信, 移動電気通信, その他の電気通信, その他の通信サービス, 公共放送, 民間放送, 有線放送, 情報サービス, ソフトウェア業, 情報処理・提供サービス, インターネット附随サービス, 映像情報制作・配給業, 新聞, 出版, ニュース供給・興信所
39	公務	公務(中央), 公務(地方)
40	教育・研究	学校教育(国公立), 学校教育(私立), 社会教育(国公立), 社会教育(非営利), その他の教育訓練機関(国公立), その他の教育訓練機関(産業), 自然科学研究機関(国公立), 人文科学研究機関(国公立), 自然科学研究機関(非営利), 人文科学研究機関(非営利), 自然科学研究機関(産業), 人文科学研究機関(産業), 企業内研究開発
41	医療・保健・社会保障	医療(国公立), 医療(公益法人等), 医療(医療法人等), 保健衛生(国公立), 保健衛生(産業), 社会保険事業(国公立), 社会保険事業(非営利), 社会福祉(国公立), 社会福祉(非営利), 社会福祉(産業), 介護(居宅), 介護(施設)
42	その他公共サービス	対企業民間非営利団体, 対家計民間非営利団体
43	対事業所サービス	広告, テレビ・ラジオ広告, 新聞・雑誌・その他の広告, 物品賃貸業(除貸自動車), 産業用機械器具(除建設機械器具)賃貸業, 建設機械器具賃貸業, 電子計算機・同関連機器賃貸業, 事務用機械器具(除電算機等)賃貸業, スポーツ・娯楽用品・その他の物品賃貸業, 貸自動車業, 自動車修理, 機械修理, 建物サービス, 法務・財務・会計サービス, 土木建築サービス, 労働者派遣サービス, その他の対事業所サービス
44	対個人サービス	映画館, 興行場(除別掲)・興行団, 遊戯場, 競輪・競馬等の競走場・競技団, スポーツ施設提供業・公園・遊園地, その他の娯楽, 一般飲食店(除喫茶店), 喫茶店, 遊興飲食店, 宿泊業, 洗濯業, 理容業, 美容業, 浴場業, その他の洗濯・理容・美容・浴場業, 写真業, 冠婚葬祭業, 各種修理事業, 個人教授業, その他の対個人サービス
45	その他	事務用品, 分類不明

(3) 地域間産業連関表

産業連関表(Input Output Table, I/O)とは、国内、或いは、県内等の一定地域の経済において一定期間(通常一年年間)に行われた財・サービスの産業間取引を一つの行列に示した統計表であり、5年毎に作成されている。要するに、産業連関表とは、「モノやサービスの取引といった経済活動の瞬間を捉え、誰が何を如何ほど生産し、誰がそれを如何ほど消費したのか、そうしたモノの流れを表した一覧表」と言うことができる。なお、この表では、消費主体として個人ではなく、家計、産業部門や政府等の主体の種類別に集計してある。一方、地域間産業連関表(Inter-regional Input Output Table)は、前述した産業連関表に地域の区分を追加し、他の地域との経済的な相互依存関係をより明示的に示したものである。したがって、地域間産業連関表とは、「モノやサービスの取引といった経済活動の瞬間を捉え、何処の誰が何を如何ほど生産し、何処の誰がそれを如何ほど消費したのか、そうしたモノの流れを表した一覧表」とであると言い換えることができる。これらの概念図を付図－2に示す。

各県公表の県内産業連関表は推計概念が同一ではなく、社会資本減耗引当の取り扱い等に差がある。そこで、本調査では概念調整を行った上で、都道府県間の取引を農業から製造業に属する各部門に対して地域間貨物流動調査(国土交通省)を用い、他の部門については重力モデル等を援用し、2005年地域間産業連関表(45部門分類)を開発した。本調査における2005年地域間産業連関表(45部門分類)は、非競争移入型・競争輸入型であり、総務省による2005年における各都道府県の地域内産業連関表および地域間交易係数を用いて、これらを統合し、縦計と横計が一致するように収束計算を行い作成されている。なお、非競争移入型とは、域内産業と域外産業とが「異なった財」を生産していると考え、産業連関表の取引を区分することを言う。また、競争輸入型とは、国内産業と国外産業とが「競争的な製品」を供給している場合には、産業連関表の各取引において国内製品と国外製品とを区分しないことを意味する。ここでの地域間産業連関表の作成過程については、林山ら[2010][2012]および Hayashiyama and Abe[2012]を参照されたい。

この表を用いることにより、東北放射光施設による経済波及効果は、(1)に示した地域区分別、(2)に示した部門分類別に算出することが可能となる。

		北海道			沖縄			北海道					沖縄			輸出	輸入 (控除)	計
		農林水 産業	...	サービス	...	農林水 産業	...	サービス	家計外消費 支出(列)	民間消費 支出	一般政府 消費支出	総固定 資本形成	在庫 減増	...	家計外消費 支出(列)			
北海道	農林水産業	内生部門						外生部門						輸出	輸入 (控除)	計 行和 列和に 等しい		
	...																	
	サービス																	
沖縄	農林水産業	内生部門						外生部門						輸出	輸入 (控除)	計 行和 列和に 等しい		
	...																	
	サービス																	
家計外消費支出(行)		付加価値部門												輸出	輸入 (控除)	計		
雇業者所得																		
営業余剰																		
資本減耗引当																		
間接税(生産税)																		
控除補助金																		
計		列和(行和に等しい)																

付図－2 地域間産業連関表の概念図

(4) 地域間産業連関表による経済波及効果の計測方法

本調査では、地域間産業連関表による経済波及効果を計測するために、①一般的な産業連関モデルと②消費を内生化したモデルによる2種類の計測を行うものとした。

①一般的な産業連関モデル

本調査における一般的な産業連関モデルとは、最終需要等がモデルに対して外生的に与えられるオープン・モデル(Open Model)に相当する。

付図－2を念頭に置き、産業連関バランスを行列表現すると、式(1)で表現することができる。なお、以下の数式展開は理解を容易にするために、地域間の波及を取り扱わない地域産業連関表の構造による説明を行うものとし、 X は産出ベクトル、 A は投入係数行列、 F_c は家計消費ベク

トル、 F_o は家計消費を除く最終需要ベクトル(この中に計測のための政策(外生)変数である投資が含まれる)を意味する。

$$X = AX + F_c + F_o \quad (1)$$

ここで、単位行列を I とし、式(1)を産出ベクトルについて解くことにより、式(2)が導かれ、政策変数である大型施設光施設整備ベクトル F_{SR} を明示的に表現すると、式(3)が得られ、 ΔX_{SR^c} は投資 F_{SR} の経済波及効果(地域別部門分類別生産誘発額)を意味することになる。さらに、 ΔX_{SR} に労働誘発係数ベクトル L を乗じることにより、式(4)のように投資 F_{SR} がもたらす誘発雇用者数(地域別部門分類別誘発労働者数) ΔL_{SR^c} が得られる。ここで、労働誘発係数ベクトルとは、産業連関表の対象となった一年間の生産活動のために各部門が投入した労働量と生産額の関係を意味する係数である。

$$X = [I - A]^{-1} [F_c + F_o] \quad (2)$$

$$\Delta X_{SR^c} = [I - A]^{-1} [F_c + (F_o + F_{SR})] \quad (3)$$

$$\Delta L_{SR^*} = L \cdot \Delta X_{SR^*}, * = \{INV, M, V, R \& D, MS\} \quad (4)$$

②消費内生モデル

一方、消費内生モデルとは、最終需要等もモデル内で内生的に決定するクローズド・モデル(Closed Model)を意味している。特に重要なことは、最終需要の中で大部分を占める家計最終消費支出は、所得に従って決定されることから、内生的に取り扱う方が合理的である。この消費内生モデルの産業連関バランスは、式(5)で表現することができる。ここで、 C は消費係数行列、 Y は家計部門別所得総額ベクトルを意味し、さらに、付加価値係数行列 V を用いると、式(6)が成立する。以降、一般的な産業連関モデルと同様な式展開を行うと、式(7)~(8)が導かれ、誘発雇用者数は式(4)となる。

$$X = AX + CY + F_o \quad (5)$$

$$F_c = CY = CVX \quad \because Y = VX \quad (6)$$

$$X = [I - A - CV]^{-1} F_o \quad (7)$$

$$\Delta X_{SR^c} = [I - A - CV]^{-1} [F_o + F_{SR}] \quad (8)$$

(5) 建設段階の建設投資額の想定(外生変数の想定)

本調査では、建設段階の効果については、計算過程においては一年間に集約して投資(建設工事)が行われるものとしてインプットとし、付表-2に示す値を用いた。したがって、産業部門別投資増加額ベクトルを F_{INV} (200億円)とすると、消費内生化の場合には、建設投資による生産誘発額 $\Delta X_{SR^{INV}}$ は式(9)が導かれ、誘発雇用者数 $\Delta L_{SR^{INV}}$ は式(4)となる。

$$\Delta X_{SR^{INV}} = \sum_{t=1}^{10} \frac{[I - A - CV]^{-1} [F_o + F_{INV}]}{(1 + 0.04)^{t-1}} \quad (9)$$

付表－２ 建設投資額(建設段階のインプット)

45 部門分類		投資額(億円)	備考
24	その他の電気機械	132.0	※「大型施設光施設整備推進会議」資料より設定 ※例えば蓄積リング等
29	建築・建設補修	68.0	※「大型施設光施設整備推進会議」資料より設定
全部門計		200.0	※宮城県のためのインプット

(6) 供用段階の維持管理費の想定(外生変数の想定)

本調査では、供用段階の効果については、後述する(8)のシナリオ設定に加えて、下記を考慮した。供用段階の効果は、後述するシナリオ設定における産業部門別投資成長率による投資増額および維持管理費をインプットとする。さらに、我が国の公共投資における費用便益分析(Cost Benefit Analysis)では供用期間を50年間としているものの、他調査では”他産業への波及を計測するにあたり、概ね10年を目処(例えば、三菱総合研究所[2007])”としていることから、本調査においても経済波及効果が10年間継続されるものとし、社会的割引率(Social Discount Ratio)を4%と設定した割引現在価値(Economic Present Value)をインプットとした。したがって、産業部門別投資増額ベクトルを F_I および産業部門別維持管理費ベクトルを F_M (16.98億円/年、10年間累積値の割引現在価値143.2億円)とすると、消費内生化の場合には、維持管理費による生産誘発額 ΔX_{SR^M} は式(10)が導かれ、誘発雇用者数 ΔL_{SR^M} は式(4)となる。なお、誘発雇用者数は延べ人数を意味することに注意されたい。また、本調査の分析対象である東北放射光施設は、低コストで建設開始後早期の運用開始が可能であるとしており、使用電力2MWを太陽光発電でまかなうとした省エネ型施設であるため、現在運用されているSPring-8の維持管理費用の1/5程度となると推算されている。

ここで、社会的割引率とは、異時点間の経済価値を比較する際に、全て同一時点の価値に換算する際に用いられる割引率を意味する。これを経済理論的に表現するならば、“完全競争市場の下での、異時点間の消費の限界代替率である社会的時間選好率”とされる。

$$\Delta X_{SR^M} = \sum_{t=1}^{10} \frac{[I - A - CV]^{-1} [F_O + F_M]}{(1 + 0.04)^{t-1}} \quad (10)$$

付表－３ 維持管理費(供用段階のインプット)

45 部門分類		維持管理費(億円)	備考
40	教育・研究	6.0	※「大型施設光施設整備推進会議」資料より抜粋 ※専任教員規模65名(教員30名、技術職員20名、事務職員15名) ※教育・研究職の所得を900万円/人と設定
43	対事業所サービス	10.98	※「大型施設光施設整備推進会議」資料より設定 ※維持管理費がSPring-8の1/5程度とのことから、16.98億円/年とし、上記人件費を控除
全部門計		16.98	※宮城県のためのインプット

(7) 供用段階の来訪者による消費の増加(外生変数の想定)

当該施設には、我が国は言うに及ばず世界各国から数千人を超える研究者が来訪することから、飲食および宿泊業界にも大きな経済波及効果が見込まれ、東北地域の産業および経済の活性化に貢献し得るものと考えられる。そこで、本調査では、平均年間来訪者数を3,500人(平均3泊4日)と想定し、飲食費および宿泊費を10,000円/人と設定するならば、1.05億円/年(10年間累積値の割引現在価値8.9億円)が対個人サービス部門 F_V に支出されることになる。したがって、来訪者によ

る消費の増加による生産誘発額 ΔX_{SR^V} をとすると式(11)で表現され、誘発雇用者数 ΔL_{SR^V} は式(4)となる。

$$\Delta X_{SR^V} = \sum_{t=1}^{10} \frac{[I - A - CV]^{-1} [F_o + F_v]}{(1 + 0.04)^{t-1}} \quad (11)$$

付表－４ 来訪者の増加(供用段階のインプット)

45 部門分類		維持管理費(億円)	備考
44	対個人サービス	1.05	※「大型施設光施設整備推進会議」資料より設定 ※来訪者 3,500 人, 3 泊 4 日, 飲食・宿泊費等 10,000 円/人から算出
全部門計		1.05	※宮城県のためのインプット

(8) 供用段階の産業部門への波及のシナリオ設定(外生変数の想定)

東北放射光施設による経済波及効果の中の供用段階の効果を計測するためには、供用が開始されてからの施設利用による産業部門への波及を想定する必要がある。前述した新聞記事によれば、「物質の性質を決める結晶構造情報が分かり、生命科学や医療、エレクトロニクスなど幅広い分野に利用」と記載されていることから、本調査では当該分野の専門家に対するヒアリングにより、直接的に施設が貢献する可能性が高い産業部門を想定した。また、その産業分野の対 2005 年投資成長率を 0.1% と設定し、各県当該部門の民間設備投資に成長率を乗じた値をインプットとする。したがって、設備投資額ベクトルを $F_{R\&D}$ とすると、消費内生化の場合には、設備投資の促進による生産誘発額 $\Delta X_{SR^{R\&D}}$ は式(12)が導かれ、誘発雇用者数 $\Delta L_{SR^{R\&D}}$ は式(4)となる。なお、誘発雇用者数は延べ人数を意味する。なお、本調査では民間投資データは、内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部国民資産課の「平成 23 年度民間企業資本ストック」に基づいている。

$$\Delta X_{SR^{R\&D}} = [I - A - CV]^{-1} [F_o + F_{R\&D}] \quad (12)$$

付表－５ 東北放射光施設供用による投資の促進(供用段階のインプット)

45 部門分類		対 2005 年 投資増加率(%)	投資額(億円)
11	化学製品	0.1	14.9
14	ゴム製品	0.1	1.7
17	鉄鋼製品	0.1	15.3
18	非鉄金属製品	0.1	7.1
23	電子・通信機械	0.1	29.7
24	その他の電気機械	0.1	9.9
25	自動車	0.1	25.5
27	精密機械	0.1	5.2
29	建築・建設補修	0.1	19.4
31	電力	0.1	27.6
全部門計		—	156.3

以上、本調査における供用段階の経済波及効果の考え方の一つは、東北放射光施設を利用することによって、様々な部門の研究開発や設備投資が促進されるという需要サイドの効果のみを対象としている。他方、現実的には、このような需要サイドの効果に対応して、供給サイドにも効果が波及し、市場規模が拡大する。このような効果を定量的に分析するためには、多地域応用一

般均衡モデル(Multi-Regional Computable General Equilibrium Model, MRCGE)を構築する必要があるものの、その分析過程が複雑かつ膨大であることから、本調査では割愛するものとした。なお、MERGE の適用事例については、林山ら[2010][2012]、Hayashiyama and Abe[2012]および Pu and Hayashiyama[2011][2012a][2012b]を参照されたい。

本研究では、MRCGE による分析の代替案として、専門家に対するヒアリングを実施し、市場の拡大の規模をシナリオとして外生的に与えるものとした。この具体的手法は、三菱総合研究所[2007]に依拠しており、“一般にこの種の基礎的な研究施設での研究成果を見積もる場合、研究成果が製品化に波及したあるいは波及するであろう市場規模のおよそ 1/100 を指標とする場合が多い”とのことから、本調査対象である東北放射光施設の場合にこの概念を適用するものとした。また、三菱総合研究所[2007]の分析対象は SPring-8 であり、本調査対象である東北放射光施設の規模が蓄積電子エネルギー3 GeV である点が異なる。さらに、中規模の高輝度光源を利用する広範な領域の産業技術分野のイノベーションの実現について、我が国が取り残されかねない状況であることが徐々に衆目の一致する処となりつつあることを勘案すると、東北放射光施設は、ほぼ同一の市場が対象であると仮定しても大きな齟齬が無く、SPring-8 の効果の 65%程度(光源としての性能が SPring-8 の 60~70%であることに依拠しているものの、科学的根拠は希薄である)を生産誘発額 ΔX_{SRMS} と設定した。その結果を付表-6 に示す値とした。そこで、市場規模の拡大による誘発雇用者数 ΔL_{SRMS} は式(4)となる。また、市場規模の拡大効果の各県への配分は、2005 年県内総生産の対全国シェアを用いるものとした。

付表-6 ヒアリングに基づく拡大した市場規模の想定結果(供用段階のアウトプット)

45 部門分類		市場規模(億円)	参考：SPring-8 における市場規模の想定(億円)	
			部門計	品目
11	化学製品	60.1	92.5	※歯磨き：7.1 ※ヘアケア：14.8 ※スキンケア：29.3 ※腫瘍用薬：14.8 ※末梢神経系用薬：3.5 ※アレルギー用薬：23.0
14	ゴム製品	64.0	98.4	※タイヤ・チューブ：98.4
17	鉄鋼製品	67.5	103.8	※自動車用鋼板：103.8
18	非鉄金属製品	1.5	2.3	※光ファイバー：2.3
23	電子・通信機械	527.0	810.8	※有機 EL：200.0 ※PDP, FED：56.8 ※LCD：180.0 ※HDD：15.7 ※CD・DVD：6.9 ※ダイオード：17.6 ※LSI：333.8
24	その他の電気機械	27.5	42.3	※太陽電池：42.3
25	自動車	177.8	273.6	※Li 電池：29.4 ※PEFC 車：220.0 ※排ガス処理：24.2
27	精密機械	28.4	43.7	※環境分析・測定：43.7
29	建築・建設補修	38.5	59.2	※土壌、水質浄化：59.2
31	電力	491.2	755.7	※燃料電池：24.0 ※大気汚染防止用資材：731.7
全部門計		1,483.5	2,282.1	2,282.1

(9) 東北放射光施設がもたらす経済波及効果

以上の計算過程により、東北放射光施設がもたらす生産誘発額 ΔX_{SR} および誘発雇用者数 ΔL_{SR} は、各々、式(13)および式(14)で表現される。通常、費用便益分析を実施する場合には、対象とされるべき便益は建設投資額および維持管理費による生産誘発額を除外した純粋な施設共用による生産誘発額(正確には、社会的便益(Social Benefit))のみを対象とする。ゆえに、費用便益分析における費用便益比(Cost Benefit Analysis)を意味する CBR は、式(15)となる。

$$\Delta X_{SR} = \Delta X_{SR^{INV}} + \Delta X_{SR^M} + \Delta X_{SR^V} + \Delta X_{SR^{R\&D}} + \Delta X_{SR^{MS}} \quad (13)$$

$$\Delta L_{SR} = \Delta L_{SR^{INV}} + \Delta L_{SR^M} + \Delta L_{SR^V} + \Delta L_{SR^{R\&D}} + \Delta L_{SR^{MS}} \quad (14)$$

$$CBR = \frac{\Delta X_{SR^V} + \Delta X_{SR^{R\&D}} + \Delta X_{SR^{MS}}}{F_{INV} + \sum_{t=1}^{10} \frac{F_M}{(1+0.04)^{t-1}}} \quad (15)$$

(10) 本調査におけるシナリオ設定に関する感度分析

本調査では、(8)で述べたように“東北放射光施設整備による市場の拡大効果は、SPring-8の効果の65%程度”であるととし、1,483.5億円と想定した。ここでは、このシナリオ設定が過大か否かを検討するために、以下のような単純な計算を行った。

表-6から、④生産誘発効果：2,016.6億円、⑤維持管理費を含む投資額合計：343.2億円、費用便益比=5.9に対し、生産誘発効果から(8)のシナリオ設定額1,483.5億円を控除すると、533.1億円となる。これをベースに、付表-7に示した感度分析を行った。これを見ると、市場規模をSPring-8の半分程度(50%)としても費用便益比は4.9であり、極端に、効果が無い(0%)としても費用便益比は1.6であることが分かる。

付表-7 市場の拡大効果に関する感度分析

市場規模の想定比較 (SPring-8=100%)	生産誘発効果(億円)	費用便益比 (費用 343.2 億円)	備考
0	533.1	1.6	※市場の拡大効果が無い場合
30	1,217.7	3.5	
50	1,674.4	4.9	※SPring-8の半分の効果
65	2,016.6	5.9	※本調査結果
80	2,358.8	6.9	
100	2,815.2	8.2	※SPring-8と同等の効果

【参考文献】

野村総合研究所[2012]: ILCを核とした東北の将来ビジョン策定調査報告書, pp.1-89.
 林山泰久・森杉壽芳・河野達仁・石川良文・坂本直樹・中嶋一憲[2010]: 温室効果ガス排出抑制政策評価のためのGTAP-E連動型SCGEモデルの開発, 平成21年度環境経済の政策研究, 環境省総合環境政策局.
 Hayashiyama, Y. and M. Abe[2012]: Formulation of MRCGE-GTAP for GHG Discharge Reduction Policy Evaluation: Simulation of Global Emission Trading Scheme, Environmental Economics, Volume.2, Issue.4, pp.57-73.
 林山泰久・阿部雅浩・坂本直樹[2012]: 多地域多部門応用一般均衡モデルによる東日本大震災のマクロ経済的被害, 東北文化学園大学, 総合政策論集, Vol.11, No.1, pp.159-190.
 三菱総合研究所[2007]: 大型放射光施設SPring-8利用による経済波及効果調査報告書, pp.1-41.
 Pu, Z. and Y. Hayashiyama[2011]: How Energy Resource Tax Effects China's Regional Economy, A research based on SCGE Model, International Conference on the Chinese Economy, China's Growth and the World Economy, The University of Western Australia, Perth, Australia, CD-COM.
 Pu, Z. and Y. Hayashiyama[2012a]: Effects of Carbon Dioxide Control Policy in China by Multi-Regional CGE Model, Environmental Economics, Volume.3, Issue.1, pp. 41-52.
 Pu, Z. and Y. Hayashiyama:[2012b]: A Dynamic Multi-regional CGE Model to Predict Effects of Greenhouse Gas Emission Reduction on China's Economic Growth, The IEEE International Conference on Engineering Technology and Economic Management 2012, CD-ROM.