



# 目 次

I	原子力開発利用長期計画について .....	1
1.	原子力開発利用長期基本計画の内定 .....	1
2.	発電用原子炉開発のための長期計画と核燃料開発に対する 考え方の決定 .....	3
(1)	発電用原子炉開発のための長期計画 .....	3
(2)	核燃料開発に対する考え方 .....	4
3.	原子力開発利用長期計画の策定 .....	5
4.	原子力開発利用長期計画の改訂 .....	8
(1)	長期計画改訂の経緯 .....	8
(2)	長期計画改訂の基本方針ならびに長期計画専門部会 .....	9
(3)	新長期計画の概要 .....	10
(a)	基本的な考え方 .....	10
(b)	新長期計画における主要事項 .....	11
II	原子力開発利用長期計画 .....	13
総 論	.....	15
I	緒 論 .....	15
1.	長期計画改訂の背景 .....	15
2.	新長期計画の構成 .....	18
3.	原子力開発利用の基本的な考え方 .....	19
II	原子力開発利用のすすめ方 .....	21
1.	原子力発電，動力炉開発および核燃料 .....	21
2.	原子力船 .....	26
3.	放射線利用 .....	28
4.	核 融 合 .....	29

5. 安全対策	30
Ⅲ 研究開発の基本方針	32
1. 自主開発の推進	32
2. 基礎研究の充実	32
3. 研究開発のすすめ方	33
(1) 原子力特定総合研究	33
(2) 原子力特別研究開発計画(国のプロジェクト)	34
4. 各研究開発機関の役割	34
5. 民間企業への期待	35
Ⅳ 原子力産業の育成, その他の重要施策	36
1. 原子力産業の育成	36
2. 国際協力の促進	36
3. 人材養成の充実	37
4. 科学技術情報交流の促進および原子力知識の普及	38
各 論	39
Ⅰ 原子力発電	39
1. 原子力発電開発の意義	39
2. 原子力発電に関する技術進歩と経済性の見とおし	40
(1) 諸外国の展望	40
(2) わが国における各種炉型の見とおし	41
(a) 軽水炉	41
(b) 改良型ガス冷却炉および重水炉	42
(c) わが国で開発する動力炉	42
(i) 新型転換炉	42
(ii) 高速増殖炉	42
3. 原子力発電の開発規模の見とおし	43
(1) 長期電力需給の見とおし	43

(2) 原子力発電の開発規模の見とおし	43
(a) 20年の展望	43
(b) 今後10年の見とおし	44
4. 原子力発電の推進方策	45
(1) 基本的な考え方	45
(2) 原子力発電のすすめ方	45
Ⅱ 動力炉開発	47
1. 動力炉開発の意義	47
2. 開発体制	48
3. 高速増殖炉の開発	48
4. 新型転換炉の開発	50
Ⅲ 核燃料	52
1. 基本的な考え方	52
2. ウラン資源の確保	52
(1) わが国のウラン需要と資源の状況	52
(2) 海外のウラン需要と資源の状況	53
(3) 国内のウラン資源の探鉱開発	53
(4) 海外のウラン資源の確保	53
3. ウラン燃料の加工	54
4. プルトニウム燃料の研究開発	55
(1) プルトニウム利用の考え方	55
(2) プルトニウムの需給と対策	56
(3) プルトニウム燃料の研究開発	56
5. 再処理事業のあり方と研究開発	57
(1) 動力炉の使用済燃料の再処理事業のあり方	57
(2) 高濃縮ウランとプルトニウムの使用済燃料の再処理	58
(3) 再処理の研究開発	58
6. ウラン濃縮	58

(1) ウラン濃縮の考え方	58
(2) ウラン濃縮の研究開発	59
(a) 遠心分離法の研究開発	59
(b) 気体拡散法の調査研究	59
(c) 化学的分離法の研究	59
7. トリウム燃料の研究開発	59
IV 原子力船	61
1. 原子力船開発の意義	61
2. 原子力船の技術進歩の見とおし	62
3. 原子力船の経済性の見とおし	63
4. 原子力船の開発計画	64
(1) 原子力第1船	65
(2) 原子力第2船	66
5. 原子力船の研究開発	66
6. その他	67
(1) 国際協力	67
(2) 国際条約	68
(3) 港湾整備	68
(4) 国内法規	68
V 放射線利用	69
1. 放射線利用への期待	69
2. アイソトープの生産および頒布	69
(1) アイソトープの生産	69
(2) 推進すべき研究開発	71
3. 医学利用	71
(1) 推進すべき研究開発	71
(2) 各機関の役割	72
4. 生物および農業利用	72

(1) 推進すべき研究開発	73
(2) 各機関の役割	74
5. 工業利用	74
(1) 推進すべき研究開発	75
(2) 各機関の役割	75
6. 放射線化学	75
(1) 推進すべき研究開発	76
(2) 各機関の役割	76
7. 食品照射	76
(1) 推進すべき研究開発	77
(2) 各機関の役割	77
Ⅵ 核融合	79
1. 研究開発の必要性	79
2. 現状と見とおし	79
3. 研究開発推進の総合的方策	81
(1) 総合装置的プロジェクトの推進	81
(2) 高温プラズマ研究基盤の強化	81
(3) 研究規模の拡大	82
4. 研究開発の体制	82
Ⅶ 安全対策	83
1. 安全対策の重要性	83
2. 原子力施設の安全	83
(1) 原子力施設の立地	83
(2) 原子力施設の安全基準	84
3. 放射線防護	84
(1) 放射線防護に関する考え方	84
(2) 放射線管理	84
(3) 災害対策	85

(4) 放射線の防護の基準	85
4. 放射性廃棄物の処理, 処分	85
(1) 放射性廃棄物の処理, 処分に關する考え方	85
(2) 放射性廃棄物の処分の方針	86
(3) 放射性廃棄物等の輸送	86
(4) 処分廃棄物の登録等の管理体制	86
5. 研究 開 発	87
(1) 原子力施設の安全研究	87
(a) 研究開発計画の推進体制	87
(b) 研究開発の課題	87
(2) 放射線防護および放射性廃棄物に關する研究開発	88
(a) 海洋の放射能汚染防止に關する研究	88
(b) 処理技術の開発	89
(c) 中・高レベル放射性廃棄物に關する研究	89
(d) 処理, 処分に關する研究開発機関	89
(e) その他の研究課題	89
6. 法令の整備	89
VIII 基 礎 研 究	91
1. 基礎研究の必要性	91
2. 各機関の役割	91
3. 基礎研究の促進方策	92
(1) 環境の整備と経費の充実	92
(2) 連けいの緊密化	93
(3) 国 際 交 流	93
IX 人 材 養 成	94
1. 人材養成の必要性	94
2. 必要とされる原子力関係科学技術者	94
3. 原子力関係科学技術者の所要数	95

4. 養成訓練対策	96
(1) 大 学	96
(2) 研修機関	97
5. 海外への留学	97
X 科学技術情報の交流	98
III 解説と資料	99
III-1 原子力発電	101
1. 原子力発電開発の意義	101
(1) 原子力発電の進展	101
(2) 低廉な準国内エネルギー	101
(3) わが国経済の成長とエネルギー需給構造の変化	102
(a) わが国経済の長期見とおし	102
(b) エネルギー需給構造の変化と長期需給見とおし	103
(c) 電力需要の見とおし	105
(4) 原子力発電開発の効果	107
(a) 低廉なエネルギーの供給	107
(b) エネルギーの多様化	109
(c) 輸送および備蓄の容易性	110
(d) 外貨負担の軽減	111
(e) その他の効果	112
(5) 原子力発電の有利性とその開発のすすめ方	112
2. 諸外国における原子力発電の展望	114
(1) 世界の原子力発電開発の見とおし	114
(2) 各国の動向	116
(a) 米 国	116
(b) 英 国	119
(c) フ ラ ン ス	120
(d) ド イ ツ	120

(e) イタリヤ	121
(f) カナダ	121
(g) その他の諸国	121
3. 原子力発電の経済性の見とおし	122
(1) 海外における原子力発電の経済性評価	122
(2) わが国における原子力発電所の経済性試算	125
(a) 建設費	125
(b) 発電コスト計算上の諸元	128
(i) 共通諸元	128
(ii) 炉型別諸元	130
(c) 発電コスト試算結果	131
(i) 型式別, 出力別発電コスト	131
(ii) 発電コスト構成要因の影響	132
(iii) ウラン価格の上昇	132
(iv) プルトニウム価値の減少	135
(v) 負荷率の低下	135
4. 技術進歩の見とおしおよび単基容量の大型化	136
(1) 技術進歩の見とおし	136
(a) 単基容量の大型化	137
(b) 燃焼度の向上	137
(c) プラントの標準化と簡素化	137
(d) 信頼性の向上	137
(2) 単基容量の大型化の傾向	138
5. 原子力発電の開発規模の見とおし	140
Ⅲ-2 動力炉開発	144
1. 高速増殖炉の開発	144
(1) 開発の意義	144
(2) わが国で開発する高速増殖炉	144
(a) 冷却材	144

(b) 燃 料	145
(3) 高速増殖炉の開発計画	147
(a) 実 験 炉	148
(b) 原 型 炉	149
(4) 海外の高速増殖炉開発状況	149
(a) 米 国	149
(b) 英 国	150
(c) フ ラ ン ス	150
(d) ド イ ツ	150
(e) ソ 連	150
2. 新型転換炉の開発	154
(1) 開 発 の 意 義	154
(2) わが国で開発する新型転換炉	155
(3) 新型転換炉の経済的効果	157
(4) 海外の新型転換炉開発状況	166
(a) 米 国	166
(b) 英 国	166
(c) フ ラ ン ス	167
(d) ド イ ツ	167
(e) そ の 他	167
3. 動力炉開発の基本方針について	170
(1) 基本となる考え方	170
(2) 動力炉開発の進め方	171
(a) 核 燃 料 政 策	171
(b) 動力炉の開発	172
(i) 高 速 増 殖 炉	173
(ii) 新 型 転 換 炉	173
(iii) 在 来 型 炉	173
(3) 開 発 体 制	174

Ⅲ—3 核 燃 料 .....	175
1. 核燃料政策に対する基本的な考え方.....	175
(1) 核燃料サイクルの意義.....	175
(2) 国内における核燃料サイクルの確立.....	176
2. ウラン資源の確保.....	178
(1) わが国のウラン需要と資源の状況.....	178
(a) わが国のウラン需要の見とおし.....	178
(b) わが国のウラン埋蔵鉱量.....	180
(2) 海外のウラン需要と資源の状況.....	180
(a) 海外のウラン需要.....	180
(b) 海外のウラン埋蔵鉱量.....	183
(3) 国内のウラン資源の探鉱開発.....	188
(4) 海外ウラン資源の確保.....	189
(a) 短期契約方式による場合.....	189
(b) 長期契約方式による場合.....	190
(c) 開発輸入方式による場合.....	190
(i) 探鉱の第1歩から始める場合.....	192
(ii) 試掘鉱区の探鉱から始める場合.....	192
(iii) 開発計画の段階から共同で開発する場合.....	192
3. ウラン燃料の加工.....	193
(1) わが国におけるウラン燃料の加工量の見とおし.....	193
(2) ウラン燃料加工事業のあり方.....	194
(3) 減損ウランの利用.....	195
(a) 再濃縮方式.....	196
(b) ブレンディング方式.....	196
(c) カスケード方式.....	196
(d) プルトニウム富化方式.....	196
4. プルトニウム燃料の研究開発.....	197
(1) プルトニウム利用と研究の必要性.....	197
(2) プルトニウムの需給と対策.....	197

(3) プルトニウム燃料の研究開発	198
5. 再処理事業のあり方と研究開発	199
(1) 動力炉の使用済燃料の再処理事業のあり方	199
(2) 高濃縮ウランとプルトニウムの使用済燃料の再処理	204
(a) 高濃縮ウラン燃料の再処理	204
(i) 国外処理	205
(ii) 国内処理	205
(b) プルトニウム燃料の再処理	205
(c) 再処理の研究開発	206
(d) 各国の再処理工場	207
6. ウラン濃縮	209
(1) ウラン濃縮の現状	209
(2) ウラン濃縮の研究開発	214
(a) 遠心分離法の研究開発	214
(b) 気体拡散法の研究開発	215
(c) 化学的分離法の研究開発	215
7. トリウム燃料の研究開発	216
Ⅲ—4 原子力船	219
1. 原子力船開発の意義	219
(1) 世界の貿易量と船舶量	219
(2) 船舶建造見込量	220
(3) 船舶の高速化	222
(4) 船舶の大型化	224
(5) 日本造船の現状	227
2. 原子力第1船	228
(1) 経緯	228
(2) 原子力第1船の主要目	231
(3) 原子炉	233
3. 海外における原子力船開発の状況	236

(1) 米 国	236
(a) サバンナ号の近況	236
(b) アメリカン・エクスポート(AEIL)社の計画	236
(2) ソ 連	237
(3) ド イ ツ	237
(4) 英 国	238
(5) イ タ リ ア	238
(6) その他の国	239
(a) ベルギー	239
(b) オランダ	239
(c) 中 共	239
(d) そ の 他	239
4. 海外における新型船用炉開発状況	239
(1) 米 国	242
(2) 英国, ベルギー	242
(3) ド イ ツ	242
(4) オ ラ ン ダ	242
(6) 海外で開発されている新型船用炉一覧表	243
5. 原子力船の技術進歩の見とおし	243
(1) 船用炉開発の必要性	243
(2) 船用炉の特性	244
(3) 技術開発の見とおし	244
(a) 概 況	245
(b) 性能向上の見とおし	245
(4) 原子炉価格	246
(5) 船用炉の技術進歩の見とおし	246
6. 原子力船の経済性の見とおし	249
(1) 試算するにあたっての基本的考え方	250
(2) 1,000個積コンテナ船の試算	250
(a) 概略要目	251

(i) 設計条件	251
(ii) 仮定条件	251
(b) 試算結果	253
(c) 船価計算基礎	254
(i) 船殻部, 艙装部, 機関部	254
(ii) 原子炉	256
(iii) 原子力付加分	256
(d) 年間経費計算基礎	258
(i) 乗出費	258
(ii) 資本費	258
(iii) 燃料費	258
(iv) 船員費	258
(v) 修繕費	258
(vi) 店費	260
(vii) 船用品等	260
(e) 年間輸送量	260
(i) 年間稼動日数	260
(ii) 一航海定泊日数	260
(iii) 一航海運送量	261
(f) 運送原価	262
(3) 巨大油送船の試算	262
(a) 概略要目	262
(b) 試算結果	265
Ⅲ—5 放射線利用	269
1. 放射線利用への期待	269
(1) 利用分野の推移	269
(2) 開発利用の動向	270
(a) わが国の状況	270
(b) 海外の状況	271

2. アイソトープの生産および頒布	272
(1) アイソトープ需要の見とおし	272
(2) アイソトープの生産の見とおし	273
(a) わが国の状況	273
(b) 海外の状況	278
(3) アイソトープの頒布	279
3. 医学利用	280
(1) 開発の意義	280
(2) 利用の動向	280
(3) 推進すべき研究開発	280
(a) トレーサ利用に関する研究	281
(b) 臓器のスキャンニングに関する研究	281
(c) 放射線治療に関する研究	282
4. 生物および農業利用	282
(1) 開発の意義	282
(2) 利用の動向	282
(3) 推進すべき研究開発	284
(a) 放射線育種に関する研究	284
(b) 農業生産資材の効率的利用に関する研究	285
5. 工業利用	285
(1) 開発の意義	285
(2) 利用の動向	286
(a) わが国の状況	286
(b) 海外の状況	288
(3) 推進すべき研究開発	290
(a) ひきつづき推進すべき研究開発	290
(b) 新規に開発すべき研究分野	291
(i) アイソトープ発電器	291
(ii) 宇宙開発および海洋開発への応用	292
(iii) 利用技術の標準化のための研究	292

6. 放射線化学	292
(1) 開発の意義	292
(2) 利用の動向	292
(a) わが国の状況	293
(b) 海外の状況	294
(3) 推進すべき研究開発	295
(a) 工業化のための研究開発	295
(b) 線源の開発	295
(c) 化学用原子炉の開発	296
7. 食品照射	296
(1) 開発の意義	296
(2) 利用の動向	297
(a) わが国の状況	297
(b) 海外の状況	298
(3) 推進すべき研究開発	301
(a) 研究推進上の問題点	301
(i) 総合的研究開発の必要性	301
(ii) 研究対象の選定	301
(iii) 共同研究の推進	302
(b) 研究推進上の具体策	302
(i) 研究対象	302
(ii) 研究年次計画	303
Ⅲ-6 核融合	305
1. 核融合開発の意義	305
2. 核融合の原理	306
3. プラズマ発生装置	310
(1) 直線ピンチプラズマ発生装置	310
(2) トロイダル・ピンチプラズマ発生装置	310
(3) 誘導ピンチ(Qピンチ)プラズマ発生装置	311

(4) ミラー磁場(磁気鏡)による発生装置	312
(5) カスプ装置	312
(6) ステラレーター	313
(7) ヘリオトロン	314
4. 核融合研究の現状	314
(1) 海外における研究	314
(2) わが国の核融合研究	317
Ⅲ-7 安全対策	321
1. 安全対策の基本的な考え方	321
2. 放射線障害の発生とその対策の歴史	322
3. ICRP の活動とその勧告	324
4. 原子力開発利用における安全規制に関する法体系	326
(1) 核原料物質, 核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律	326
(a) 原子炉の安全規制	327
(b) 核燃料物質の安全規制	328
(2) 放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律	328
(3) 原子力損害の賠償に関する法律および原子力損害賠償補償契約に 関する法律	329
(4) 放射線障害防止の技術的基準に関する法律	329
(5) 災害対策基本法	330
(6) 関係各省の法令	330
5. 安全審査	332
(1) 原子炉の特性	332
(2) 平常時における放射線障害対策	334
(3) 立地条件と想定事故対策	335
(4) 組織と技術的能力	342
(5) 安全基準の整備	343
6. 放射性廃棄物の処理, 処分	344

(1) 原子力発電所より発生する放射性廃棄物	344
(2) 放射性廃棄物の処理, 処分の方針	351
Ⅲ—8 人材養成	355
1. 原子力関係科学技術者の所要数	355
(1) 原子力関係科学技術者の現状と将来の推定	355
(a) 原子力専門科学技術者の推定	356
(b) 原子力関連科学技術者の推定	357
(c) 核燃料関連科学技術者の推定	359
(d) 放射線利用科学技術者の推定	359
(e) 原子力安全管理科学技術者の推定	364
(2) 科学技術者の年度別新規補充所要数	365
Ⅳ 附 録	367
Ⅳ—1 原子力開発利用長期計画改訂の基本方針	369
I 原子力開発利用長期計画改訂の趣旨	369
II 計画改訂の方針	371
1. 原子力発電	371
2. 原子力船	371
3. 動力炉開発	372
4. 核燃料	372
5. 放射線利用	373
6. 放射線廃棄物の処理, 処分	374
7. 基礎研究	374
8. 核融合	375
9. 安全対策	375
10. その他の促進方策	376
Ⅳ—2 長期計画専門部会の設置について	377
1. 設置理由	377
2. 審議事項	377

3. 審 議 方 法.....	377
4. 構 成 員.....	377
5. 審 議 の 期 間.....	377
6. 担 当 委 員.....	377
7. 主 管 課.....	377
Ⅳ-3 長期計画専門部会の調査員の委嘱について .....	384
Ⅳ-4 用 語 集 .....	386
図 表 索 引.....	402