

カナダの原子力事情

末岡清市

1. 歴史的概観

カナダにおける原子力研究はすでに第2次大戦中から始められ、米国に次いで古い。1942年英国からの申出によってカナダにおいて英加両国の協同の原子力研究が行われることになった。カナダの National Research Council の管理で Montreal に研究所が開設されるに至ったのはその年の秋であった。当時のカナダにおける原子力研究は主として天然ウラニウムを用いる原子炉によってプルトニウムの製造法の発展を目指したものである。そのため天然ウラニウムと中性子の減速材として炭素の代りに重水を用いた原子炉の試作が計画された。

1943年から英国側の科学者が来加し、カナダ側の科学者に加わり、University of Montreal の中の新しい建物の中で研究が開始された。すでにそのとき戦時研究としての態勢の十分出来上っていたアメリカからの種々の知識の交換と援助のあったのは申すまでもない。そして Montreal での研究もアメリカでの結果との重複がないように進められたのである。

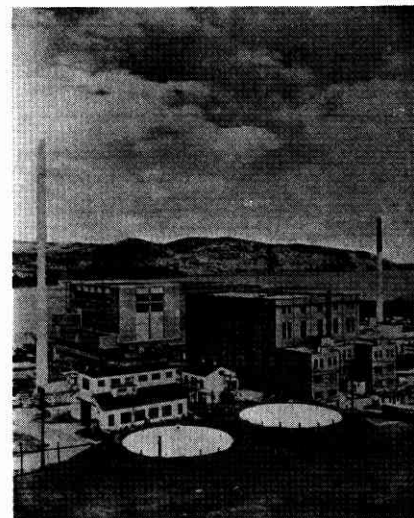
1944年の1月には Chicago の大学の金属研究所との合同研究会が開かれ、英米加三国の協議の結果ウラニウム重水型原子炉がカナダに建設されるように決定された。カナダ政府は Department of Munitions and Supply を通じて財政面をもち、研究および基本的設計は National Research Council の Montreal Laboratory が責任をもったのである。一方詳細な技術的設計および建設の監督は公社である Defence Industries Limited が受持った。イギリスの Dr. J. D. Cockroft がカナダにおける原子力研究の責任者となり英加両国の参加科学者も増加するに到った。

次に原子炉の建設場所が検討された。炉の冷却のために河または湖の近くであること、附属の装置の作働のために発電力が容易に得られる場所であること、当時の原子力についての一般人の認識の低いためと爆発による危害防止という点から人口稀薄の地域であること、それと同時に近代産業の中心からあまり離れていないこと等の条件を考えて、Ottawa の西北130マイル Ottawa 川の南岸 Chalk River が選ばれた。その付近10,000エーカーの原始林と丘陵とでかこまれた地が周囲から隔離され工場、研究室および従業員の居住所が建設されたのである。次々と施設の出来上ると共に研究者も漸次 Chalk

River に移ってきて、ついに1945年秋カナダにおける第1号原子炉 ZEEP が完成したのである。ZEEP なる名称は Zero Energy Experimental Pile の略で低エネルギーで作働する原子炉の謂で、将来建設計画の本格的原子炉の試作である。現在も研究用として使用されている。

この期間を通しての英米加三国の協力は実に効果的でありかつ密接であった。しかし米加両国の知識の交換はもちろん基礎的のものに限られ、技術的な問題には触れなかったのである。また U^{235} の分離、Pu の抽出等原子爆弾製造に関する知識はぜんぜん交換されなかった。従って Chalk River における技術的設計、Pu の抽出法、その他の生産等全くアメリカと独立に行われたものである。

1946年から Chalk River Project は完全に National Research Council の管理下に入り、Dr. D. Keys が責任者となり、また Dr. Cockroft がイギリスの Harwell の原子力研究所長となってカナダを去ったので、その後任としては Dr. W. B. Lewis が研究主任となり、第2の原子炉の建設に努めた。この年の8月には Atomic Energy Control Board が設けられ、原子力に関して最高機関となり、カナダにおける原子力解放および利用に関する諸活動はすべてここで管理し得る広い力を附与されるに至



第1図 Chalk River の3原子炉の建物、前方左側は ZEEP、右側は NRX 原子炉の建物、後方川添いにあるのが建設中の NRU 原子炉の建物

った。同時に Great Bear Lake のウラニウム鉱山、Port Hope の精錬工場を所有する公社 Eldorado Mining and Refining Limited もこの Board の管理下に入った。一方研究および製造の中心である

Chalk River Project は National Research Council の 1 部としてこの Atomic Energy Board の管理をうけるに至る。1947 年には第 2 の原子炉 NRX が完成し、天然ウラニウムを用いる原子炉の中でも世界最高の neutron flux をもち 40,000 kilowatts の出力をもって稼働を開始した。カナダの原子力の生みの親といわれる Dr. C. J. Mackenzie は National Research Council の President の上に Atomic Energy Control Board の President として原子力の最高責任者となった。

Chalk River Project は研究面のみでなく放射性同位元素の製造販売の面をももつため National Research Council の一部としては大きくなり過ぎた観もあった。1952年 4 月より、これを N. R. C. より分離して、ここに公社 Atomic Energy of Canada Limited が設立された。N. R. C. の原子核関係の研究室をすべて Chalk River に移して Atomic Energy Control Board の管理のもとに Chalk River Project はすべてこの公社の運営するところとなった。初代の President はやはり Dr. Mackenzie である。1952年 12 月有名な NRX 原子炉の爆発事件が起った。14カ月の間の困難な decontamination の手続の後、再建に着手し、1953年に完成したわけで、この事件の貴重な経験は将来の設計への重要な指針を与えるものであった。

次いで第 3 の原子炉 NRU への計画が発表され、NRX よりさらに強力なものとして特に Pu 製造に力を入れようとしていることが知られる。(1956年 6 月完成見込)。Dr. Mackenzie の停年退職 (1953年秋) と共に Eldorado Mining and Refining Ltd. の社長 Mr. W. J. Bennett が Eldorado Mining and Refining Ltd. および Atomic Energy of Canada Ltd. の両社の社長を兼ねることによってウラニウムの生産と原子力応用とを強い線にまとめようとする意図がみられる。1955年 1 月の発表によるとすでにカナダ各地の発電技術者の協力のもとに原子力発電の実験試作は着々と進んでおり完成は 1958 年と見込まれている。

2. 現況、特に原子力公社について

すでにのべたところでカナダにおける原子力機関の構

成の大要は分ったことと思うが、現在の形をもう一度分り易く表の形にしてみると下表ようになる。

次に特に Atomic Energy of Canada Ltd. (略して A. E. C. L.) について少しくわしく構成と現況とをあわせて記してみよう。この A. E. C. L. は Crown Company (国立会社) であって 7 人よりなる最高委員会議をもち、鉱山の顧問である Dr. G. C. Bateman, 前記 Mr. W. J. Bennett, Laval 大学の大学院長および化学科長の Dr. P. E. Ganon および National Research Council の President である Dr. E. W. R. Steacie の 4 人のほかに 3 人の水力電気関係の責任者が入っている。現在 1,800 人の従業員をもち、そのうち 600 人は科学および技術関係の人である。なおこの数には NRU 建設またはなかの建築のために入っている建設会社その他関係会社の従業員は含まれていない。なかの構成は大分けにして、Research and Development と Administration and Operation の二部門となり、各部分はそれぞれ Vice-President が長として管理をしている。各部門の構成については後述するであろう。現在この公社の主なる活動はつぎの 4 つに分けられる。

1. 経済的原子力の発展
2. 基礎的研究
3. 原子炉の操作と原子燃料の分離
4. 放射性同位元素の生産と販売

1. に関しては原子力発電がその第 1 の目的と考えられ、発電所側の方からすでに A. E. C. L. に入り込んで原子炉の技術を習得すると共に研究所の科学者と協力のもとに原子力発電の予備の実験は着々進行中であつて、そのため動力原子炉の設計が行われている。1958年の始め頃までには第 1 段階として 10 万キロワットの原子力発電が完成するであろうと 1955 年 1 月 A. E. C. L. からの公式発表が議会で行われた次第である。

2. に関しては低エネルギーの ZEEP (熱中性子流速 6×10^{12} cm²/sec), 強出力の NRX (熱中性子流速 6×10^{13} cm²/sec) を用いて原子炉の研究または中性子を用いての原子核の研究が行われている。なおこのほかに 3MeV のエネルギーの陽子まで出せる Van de Graaf 高電圧装置, 350 Kev と 100 Kev の二つの加速装置をもって原

ATOMIC ENERGY CONTROL BOARD.

(原子炉最高管理機関, Ottawa), President, Dr. C. J. Mackenzie.

ELDORADO MINING AND REFINING Ltd.

(ウラニウム発掘および精練, Ottawa)

President, Mr. W. J. Bennett.

ATOMIC ENERGY OF CANADA Ltd.

(原子核研究および原子炉運営, Chalk River)

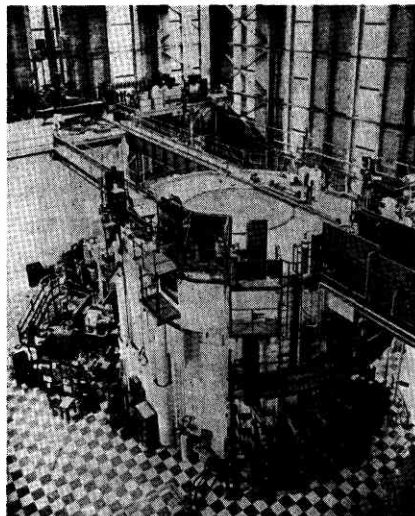
President, Mr. W. J. Bennett.

発掘工場
(Great Bear Lake,
Saskatchewan)

精練工場,
(Port Hope,
Ontario)

RESEARCH and
DEVELOPEMENT.
Vice-President, Dr. D. A. Keys.

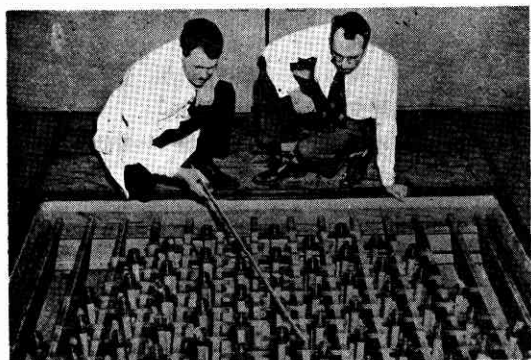
ADMINISTRATION
and OPERATION
Vice-President



第2図 NRX原子炉, 34呎の高さのコンクリートのシールドの中央部がアルミニウムタンクで Calandria と呼ばれる。中は重水と 176 本の天然ウラン棒より成る。原子炉の左側は研究用設備, 右側は放射性同位元素製造装置

子核の構造および反応の研究が行われている。

3. については常時 NRX の原子炉を操作することによって放射性同位元素を製造することおよび原子灰からウラン²³³, プルトニウムを分離することが行われ



第3図 ZEEP原子炉中のウラン棒の配列

ている。プルトニウム製造の目的のために現在建設中で 1956年6月までに完成を見込まれているさらに強力な NRU 原子炉がさらに好適となるであろう。

4. は稼働中の NRX 原子炉を用いて生産される放射性同位元素についての機能である。放射性同位元素の利用が現在農学, 医学および生産工学の面で非常に勢いで広まりつつあり, 原子炉の設置の一つの大きな目的になっているくらいである。従って応用の部面それぞれ, いろいろの種類放射性同位元素を必要とする。現在 100 種類以上の同位元素が NRX を用いて作り出されている。なかでも医学用として用いられる Co^{60} , I^{131} , P^{32} ; Na^{24} および Au^{198} が多く作られている。そのほか Ca^{45} , C^{14} 等も多い。これらは Commercial Products Division を通して Montreal の Charles E. Frosst and Co. が販売を行っている。カナダで使用するほかに主なる輸出先はアメリカ, イギリスが大部分を占め, そ

の他イタリーを始めとして殆んど全世界の各国におよんでいる。

次に A. E. C. L. の Research and Development の部門の構造からかいてみよう。



まず第1の物理部の各研究部門別に見ると核物理課では原子炉, 高電圧装置, 加速装置を用いての原子核反応, 中性子の衝撃, および核分裂の研究が行われている。一般物理課では原子炉よりの中性子線の廻折研究による結晶構造, 液体ガスの研究, γ 線の研究等が行われている。応用物理の面として各種の計数管の研究もここで行われ, 各種中間子と共に宇宙線もここで研究されている。理論物理課は基礎的研究と原子炉理論の二つに分れて研究が行われている。放射性現象の研究に欠くことのできない電子工学的道具および原子炉の自動制御用として電子工学は主として電子工学部で基礎から研究されている。

次に第2の化学および原子炉研究課では化学部では核化学, 核分裂に関する化学的面的研究等から原子炉よりの強力な放射線のもとでの種々の化学的現象等広く化学一般の研究が行われ, 化学工学課では原子炉中でできる放射性物質または核分裂物質の分離のための化学過程の研究が主なるもので, 重水分離の研究, 化学プロセスばかりでなくそのための器械の研究も行われている。原子炉物理課は原子炉設計のための応用物理的研究として原子燃料, 減速剤, 反射体, 容器等の配置の問題, 原子炉制御, 原子炉設計に必要な原子核の諸常数の決定, 炉設計に対する工学的条件の影響等が ZEEP, NRX を用いて行われている。金属課は原子炉の建設, 操作に用いられる諸金属の研究, 特に腐蝕の研究が行われている。核工学部では原子炉設計または附属器械に関する工学的研究を行い, 高度の熱交換, 材料に対する放射による影響, その他パイピング, バルビング, パンピング系の研究改良, 原子炉機器の改良等が行われる。

最後の生物学部では生物学課として放射能の生物への影響, 放射能による生物の変化ということの機構の理解などが研究されるところがある。そのほかに放射能の人体に対する危険防止ということとその対策の点からサービスの部門として衛生物理課, 放射能危険防止課の2部

が設けられている。

以上は研究部門に相当するが、これに対する現業部門ともいふべき Administration and Operations の部門の構成は次の如くであって、原子炉の操作とそれに附随するいくつかの事が処理される。



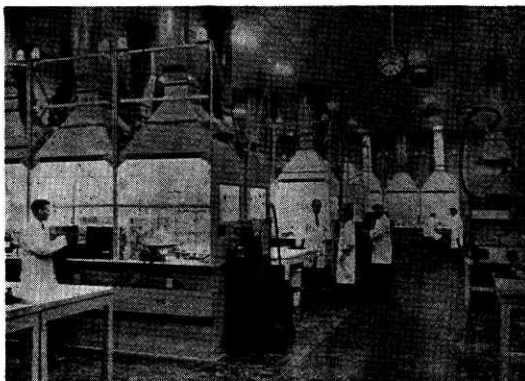
第 4 図 NRX 原子炉の制御室の 1 部

技術設計部はこの project に関するあらゆる技術的設計を受持っており、必要な場合には外部とも連絡をとって仕事を進めている。現在 40,000,000 ドルといわれる NRU 原子炉の種々必要な設計の仕事が行われている。技術サービス部は研究所維持のための問題が取扱われ、例えば従業員の住居としての原子都市ともいふべき Deep River, または近くの Pembroke の町への交通のため 80 台のバスを運転させているが如きことである。販売部は原子炉で生産される製品の販売に関したことをつかさどっている。どうやら予定の紙数もつきたので最近の予算額をのべてこの稿を終りとしよう。1952 年 12 月の NRX の爆発事件についてのべるスペースがなくなったので、このことについては残念ながらまたの機会にいたしたい。

カナダ政府が原子力のためにどの程度の予算をさいているかの一助に Atomic Energy Control Board が議会



操作部は原子炉を常時作動させるための技術部であって、原子炉操作部は研究実験のために中性子を提供し、また放射性同位元素の生産のための原子炉運転の全責任をもつ。化学操作部はウラニウム棒中の燃えてないウラニウム、プルトニウム、核分裂物質等の分離のための化学操作を受持つ。



第 5 図 放射性同位元素製造実験室

に提出した Annual Report を基にしてのべよう。(1953-1954 年度)。議会で承認されている予算は Atomic Energy Control Board のために 39,603 ドル、原子力に関する研究費として 300,000 ドル、原子力公社のために 19,558,469 ドル、支出では第 2 のものは主として各大学、研究所等への研究費、若い研究者養成のための奨学金である。原子力公社の支出を品目でみると、人件費 5,723,720 ドル、材料補給 2,846,767 ドル、建設費 10,556,031 ドル等が主なもので、電力、電灯に大略、11万ドル、旅費に 7 万ドルが見積られている次第であって、なお、逆に販売等のため収入となってもどる額は 1,239,804 ドルに及んでいる。以上何かの参考になればと思つて記したが、特に予算資料の提供をしてくれたカナダ大使館のパートランド書記官に感謝いたしたい。

(1955. 9. 8)

× × ×