

(株)大林組技術研究所旧本館（材料化学実験棟）コンバージョン OBAYASHI Technical Research Institute Materials & Chemical Engineering Laboratory

大林組 設計本部 設備設計部
Obayashi Corporation M&E Design Dep
鶴見進一
Shinichi TSURUMI

キーワード: 研究所 (Laboratory)、改修工事 (Repair Work)、省エネルギー (Energy Conservation)
安全 (Safety)、持続性 (Sustainability)

1. はじめに

大林組技術研究所内の施設再整備事業計画の一環として、2010年9月の新本館（テクノステーション）完成に伴い、世界の『超省エネルギービル（1983年竣工）』であった旧本館（オフィスビル）を、「材料化学実験棟」研究施設へコンバージョンした。

昨今、研究開発施設への投資は堅調であり、かつスピードと経済性を求められている。本計画ではこの背景を踏まえ、施工性向上や高効率を追求しながら、既存施設を最大限有効利用し、人と環境にやさしい“魅せるラボ”をテーマに、親自然型のラボとして計画した。（写真-1）

2. オフィスビルを人と環境にやさしい“魅せるラボ”へコンバージョン

既存ビルは階高 3.2m という経済的で小さい階高、床開口が設けられないアンボンドフラットスラブ構造、日射影響を最小にした窓開口、ダブルスキンや成層型蓄熱槽、クールウォームピット、地中熱、太陽熱利用設備等を有し、当時としては画期的な省エネルギーを達成したオフィスビルであったが、他用途へ見直しを行うには構造的な制約の多い建物であった。

今回研究施設へコンバージョンするに当たり、よりスピードを求められている医薬化学分野での研究開発背景を踏まえ「既存利用ですぐに研究室をつくりたい」、「大学の講義室を研究室に再利用したい」等のニーズに対して、エネルギー多消費で閉鎖的な従来の研究所からの脱却とこれからのコンバージョンのあり方として、人と環境にやさしい『魅せるラボ』をテーマに低コスト・短工期、機能性・安全安心・持続性に配慮した、親自然型の研究所として、制約が多い建物でも実現可能な検証の場として計画した。



写真-1 材料化学実験棟(外観)



写真-1 材料化学実験棟(内観)

3. 建物・設備計画概要

所在地 東京都清瀬市下清戸4丁目640番
 用途 研究所
 階数 地下2階、地上3階
 *地下1～地上2階が実験室
 構造 RC造
 敷地面積 69.491m²
 延床面積 3,776m²
 工事期間 2010年11月～2011年4月
 (解体1ヶ月含む)
 設計施工 (株)大林組

【電気設備】

受変電 3φ3W6.6kV×1回線
 発電機 80kVA 消火・実験排水ポンプ
 照明 Hf器具 初期照度補正 人感センサ
 中央監視 計800点、BEMS、BACnet+Lon
 輸送 4人用ELV×1基(新設)

【衛生設備】

給水 直圧、増圧給水設備
 給湯 個別対応 電気貯湯式、電気瞬間式
 排水 屋内合流式、実験排水は中和処理

【空調用役設備】

熱源 モジュールHPチラー+水蓄熱槽
 空調 外調機+空冷HPパッケージ
 用役 実験冷却水、特殊ガス、スクラバー

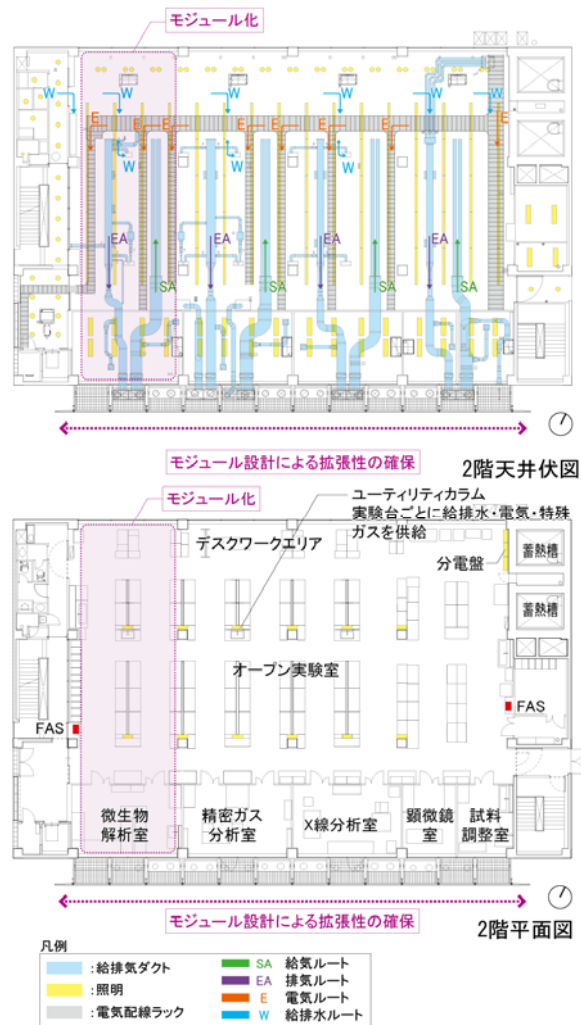


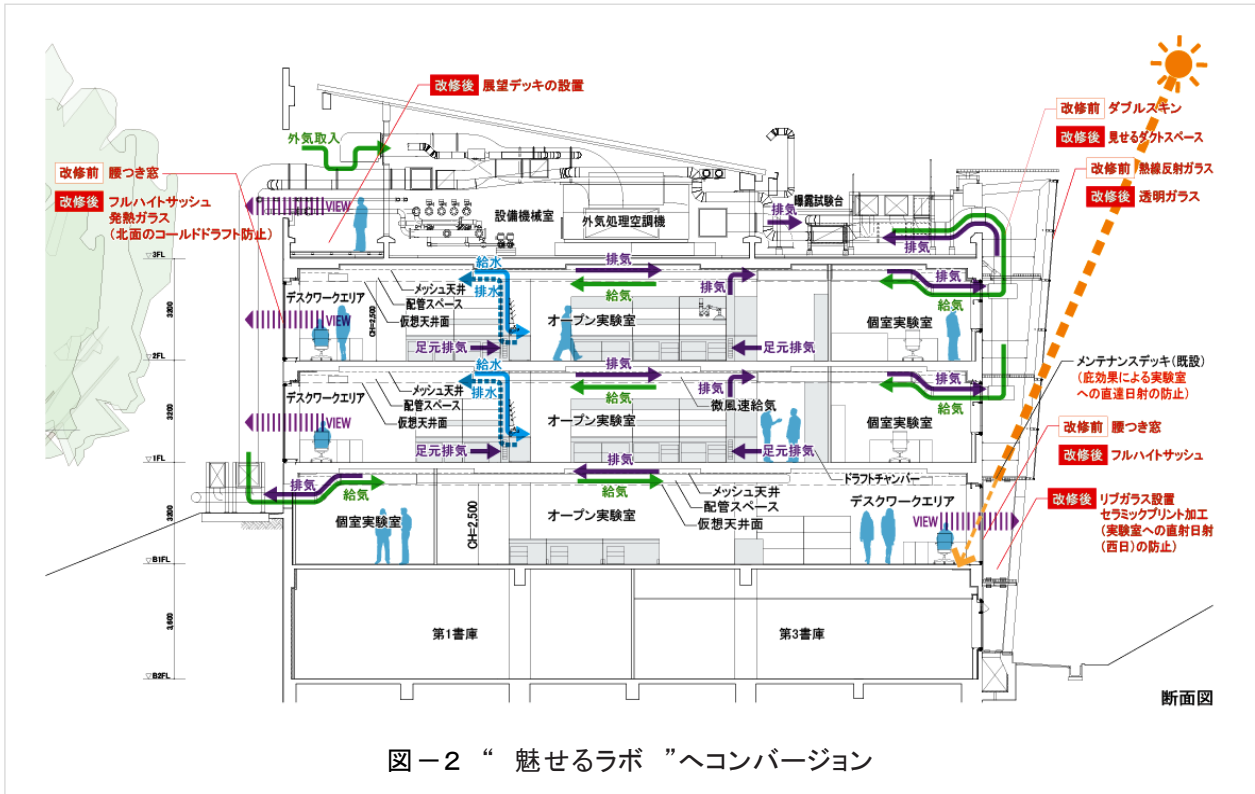
図-1 実験室ゾーニング

4. 建築計画

フレキシビリティの高いリニアプランニングを基本として、研究や実験内容の自由度と安全性を高めるオープンラボ形式を採用した。

平面構成として、実験エリアより独立させて安全性の確保と快適性を図った「デスクワークエリア」、実験仕器の構成・配置のモジュール化や設備マルチ天井により実験用途・内容の変更にも容易に対応可能でフレキシビリティの高い大空間の「オープン実験室」、オープンラボの快適環境を形成する為の支援スペースの「個室実験エリア(恒温室やヘビーデューティー実験エリア)」の3つのエリアを帯状に配置したリニアレイアウト(図-1)としている。

既存オフィスでは南側採光に開いていた断面構成を今回南北反転させて北側の腰付き窓(開口が限定)をフルハイトの発熱ガラスサッシュへ改修することで、実験施設に適したやわらかく安定した北側採光とするとともに、冬季でも冷輻射を感じることなく、隣接する豊かな自然(保存林)をより間近に感じることができるように見直し、研究員の知的生産性と創造性を精神的側面で支援する研究環境にリファインしただけでなく、従来の閉塞的な研究環境から親自然型の研究所への脱却を図っている。既存採用していた南面ダブルスキンは、空調負荷の遮弊効果が小さくなった理由から、透明ガラスに交換し、ラボへの再生を強くアピールするため「見せるダクトスペース」として利用した。(図-2)



5. 設備計画

5.1 階高 3.2m で床開口を設けない「実験室」への改修

天井は設備増改築が容易に行えるように直天井方式とし、仮想天井を 2.5mH として計画した。

既存スラブ下端が FL+3.0mH (柱周囲は FL+2.87mH) と非常に低いため、スパン毎に供給する給排気及び電気配線、照明配置、特ガス、実験給排水などの実験インフラをモジュール化による分散展開を図った。

また実験インフラと空調給排気ダクトを南北方向から互いにくし状配置とすることで交差を最小限とし、ミニマムハイトの納まりを実現した。(図-1)

これら錯綜する設備機器、配管配線の納まりや見え方を検討するため、設計時点から BIM (Building Information Modeling) を適用した。これにより事前に納まり状態の検証や室内の見え方を把握することができた。BIM は実験室の天井納まりの他、屋上機械室や南面ガラスファザード内のレイアウト検討に利用した。(図-3)

実験室内の排水は、床開口の新設が困難なため、開口を設けずとも下階に影響なく、自由に排水を設けることが可能なように「排水ポンプユニット」(写真-2)を各実験台下に併設して水中ポンプにて圧送する計画とした。

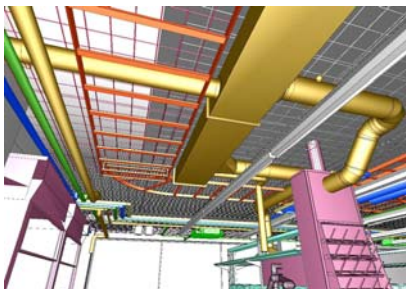


図-3 BIM (実験室)

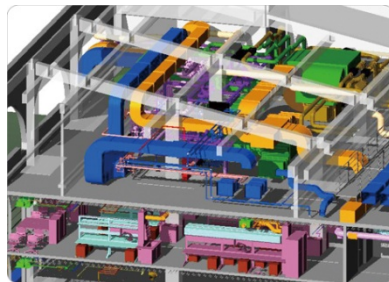


図-3 BIM (屋上機械室)

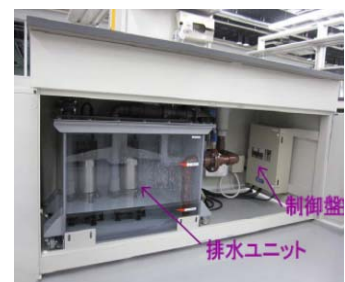


写真-2 排水ポンプユニット

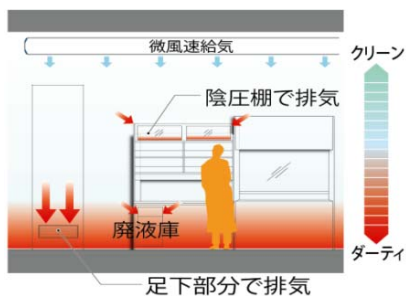
5.2 安全安心に配慮した設備改修

有機溶剤を多量に使用する実験施設では室内の許容管理濃度を賄うために多くの外気（時間当たり容積8～12回分）を必要とし、多くの換気量を循環させるためにアネモ給気や天井排気を採用する場合も多く、乱流によるガス巻上げや室内拡散、排気口配置や部屋形状によるガス捕集効率の低下、蒸気相当密度（比重）が大きいガスの床滞留など、作業環境を悪化させる問題があった。

さらに近年、従来の個室実験室からよりフレキシブルな利用が可能な、一つの大きな実験空間のオープンラボ化が進み、従来に増して安全や安心、快適性向上を含めた作業環境の改善が重要な要素となってきている。

今回、材料化学実験棟で導入した「微風速給気＋足元排気」方式では、モジュール配置されたメッシュ状の円形ダクトから微風速（0.5m/sec以下）給気の置換効果により従来のアネモ給気方式と比べて、溶剤ガスを効率的に床下排気口に導き、足元排気にて効率よく捕集・排出することで、上方への巻上げや拡散防止及び研究者の吸引曝露を最小限とするともに、従来の希釈換気と比べて少ない換気量で従来以上の室内空気環境の維持が可能となった。（図－4、写真－3、4）

更に室内への溶剤ガス漏洩を徹底的に防止する目的で、試薬棚（実験台併設棚、独立棚）、廃液庫の陰圧化を図り、室内への漏洩の最小限としている。



図－4 微風速給気＋足元排気方式



写真－3 微風速給気

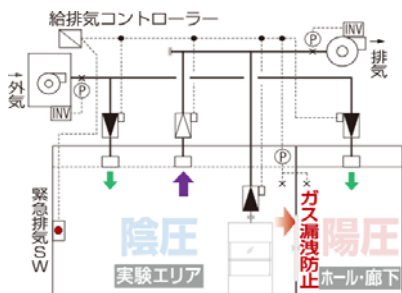


写真－4 足元排気

今回、高速VAVドラフトチャンバーの採用により、瞬時に排気風量可変が可能となり、高い封じ込め性能を確保するとともに微風速給気によりドラフトチャンバー前面の降下流速を抑え、庫内からのガス逆流を防止した。

隣室へのガス漏洩にも配慮し、ドラフトチャンバーの排気変動時においても常に実験室を陰圧に保てるように「風量体積制御＋差圧補正制御」を行い、ガス漏洩を防止した。（図－5）

実験室での災害や薬品漏洩などの緊急事態に備え、各階の両サイドに緊急時対応の設備・備品（緊急シャワー、救急箱、消火器、消火毛布、スピルキット、緊急通報スイッチ、緊急排気スイッチ）を一体収容した施設（FAS：ファーストエイドステーション）を配置し、緊急時に迅速な対応が図れる機能的な工夫を行った。（写真－5）



図－5 実験室の陰圧制御



写真－5 FAS(ファーストエイドステーション)

5.3 機能性・持続性への配慮

スラブ構造上、アンカー等の穴あけが容易ではないためダクト、配管、配線等の設備吊り元としてスラブ下面に格子鉄線で構成した「設備マルチ天井」を配置することでアンカー打設なしで、誰でも簡単に実験インフラの変更増設が可能ないように工夫した。(写真-6)

また乱雑になりがちな実験台供給の給排水、電気配線、特殊ガス、局所排気をスムーズに供給できるユースポイントコアとして「ユーティリティカラム」を各実験台に併設し、美観や将来の変更対応にも配慮した計画としている。(写真-7)



写真-6 マルチ天井



写真-6 マルチ天井拡大

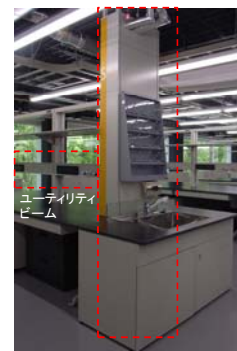


写真-7 ユーティリティカラム

5.5 熱源計画

高効率モジュール型空冷ヒートポンプチラー（一部ヒートマシン対応）を採用し、実験室用の外気処理空調機と再熱温水コイルへの冷水温水供給を行っている。既存の温度成層型水蓄熱槽（70m³×2槽）は断熱材貼り替え等の改修を行い再利用しているが、旧本館での運用時に比べて蓄熱割合が大幅に小さくなるため、ベース負荷処理兼用のバッファタンクとして利用した。

搬送方式は水蓄熱槽水面が負荷側より上方となるように配管計画を行い、間接式熱交換器を設けない直接搬送方式を採用した。更に冷水温水共に大温度差送水、一次ポンプ、二次ポンプ共にインバーターによるVWV方式を採用して送動力の削減を図った。

5.6 空調計画

実験室の空調方式は、「微風速給気＋足元排気」方式のオールフレッシュ空調をベースとして、装置発熱の補助処理としてデスクワークエリアに天井カセット型のEHPを併設している。外調機給気は各階ごとの変動する排気VAVの風量をリアルタイムに計測・演算し、予め設定されたオフセットに応じた風量を給気VAVに指示している。

微風速ダクトには防カビ、耐熱・耐薬品に優れているPP製（ポリプロピレン）を採用した。微風速給気のため、電子天秤のふらつきや試薬の飛散、バーナー炎の揺れ等の防止などのメリットの他、ドラフトを一切感じることなく研究に集中出来る空間となっている。

6. 電気設備

6.1 受変電・発電設備

敷地構内別棟の受電設備より、高圧分岐をかけて屋外キュービクルまで引き込んでいる。既存設備は屋上設置であったが、実験施設にコンバージョンするにあたり、電源容量が増加し、屋上スラブの荷重条件から、建物東側外部に新設することとした。

発電機設備については、本建物は消防設備用としては、非常電源専用受電設備で足りるが、実験排水ポンプのバックアップ電源として利用するため、敢えて非常用発電機を設置した。(図-6)

6.2 幹線設備

屋外キュービクルから各階への低圧幹線は、建物北側の外壁を立ち上げて各階に供給している。既存のEPSは不要となり、ここに新たにエレベータを設置した。既存建物はエレベータが設置されていなかったため、利便性の向上に役立っている。

6.3 照明設備原稿

オープン実験室エリアは、シャープな印象と高効率を実現するために、ランプ長 2,400mm の Hf86W1 灯用連結器具を、ワイヤーメッシュの「設備マルチ天井」(5.3) 項参照、以下メッシュ天井) からレースウェイを吊り下げて設置し、設計照度 700 ルクスを得ている。デスクワークエリアは FHT42W のダウンライトを、メッシュ天井を鋼板で挟んで設置し、オープン実験室エリアとの空間を区別している。省エネルギー対策として、初期照度補正、廊下、便所、更衣室の人感センサー、一般エリア廊下に LED ダウンライトの採用を行った。(写真-8)

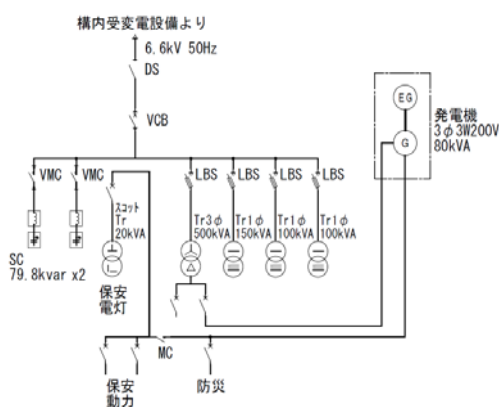


図-6 受変電単線結線図



写真-8 設備マルチ天井への照明器具取付け

6.4 実験機器用電源の配線計画

設置される実験機器は、大型の加圧試験機、ドラフトチャンバー、恒温恒湿室から、化学系の精密測定機器まで多岐にわたる。これらに対して、過不足のない電源容量の設定と機種、レイアウト変更に対するフレキシビリティの確保、またノイズを嫌う精密機器への対策を考慮して計画した。

具体的には、オープン実験室エリアの各実験台への供給回路数をできるだけ統一してモジュール化し、(5.3) 写真-7 に示すユーティリティコラムに電源接続用端子台を設けて各実験台に組み込まれたコンセントに電源を供給している。

また、実験室内に設置した分電盤より、メッシュ天井にケーブルラックを吊り下げて配線していることから、将来の電源増設に対しても、建築内装を傷めることなく容易に工事が可能となっている。ノイズ対策として、実験用分電盤の主幹には SPD を設置して、落雷時の雷サージの侵入を防止している。

6.5 監視カメラ設備

セキュリティの一環としてネットワークタイプの監視カメラを設置しているが、オープン実験室エリアは、各階四隅に設置して実験室全体を俯瞰し、緊急時の状況を本館中央監視室で迅速に把握できるようにしている。

またこのカメラは、技術研究所全体の映像配信システムにも接続されており、緊急時とは別に見学者対応などで、実験の様子を本館の大型映像装置に映し出すことが可能である。

6.6 自動火災報知設備

P型1級受信機を設置しているが、オープン実験室エリアはメッシュ天井内の配線をすこしでも軽減するために、無線式の煙感知器を採用した。

7. 見える化、BEMS

隣接する本館の中央監視室にて一元管理を行っている。

本建物内に Icont(分散処理機能付き BACnet 通信インターフェイス)を設け、光ケーブルにて本館 BACnet に接続している。

中央監視盤に併設して当社のビルエネルギーマネジメントシステム BILCON-Σ (ビルコン・シグマ)を導入し、空調熱量や冷凍機 COP 演算、廃熱回収や外気冷房による削減エネルギー量、温湿度計測、各実験部門の電力量計測などの各種のエネルギー計量を行い、省エネルギー設備の検証及び最適な運用の「見える化」を行っている。

8. マイクログリッド

2010年9月の本館テクノステーション完成を機に、技術研究所構内にマイクログリッドシステムを構築した。

太陽光発電 (150kW)、風力発電 (1kW×2)、コージェネレーション (25kW×2)、リチウムイオン電池 (10kWh)、及び実験施設の回生電力が商用電力と連携され、主に本館にて消費されるが、余剰電力は技術研究所内の他施設に融通される。材料化学実験棟もこのマイクログリッド電力網に組み込まれている。(図-7)



図-7 マイクログリッド概念図

消費エネルギーを28%削減(設備運用での比較)

環境配慮が無い同規模の実験棟と比べ、一次エネルギーを28%削減。

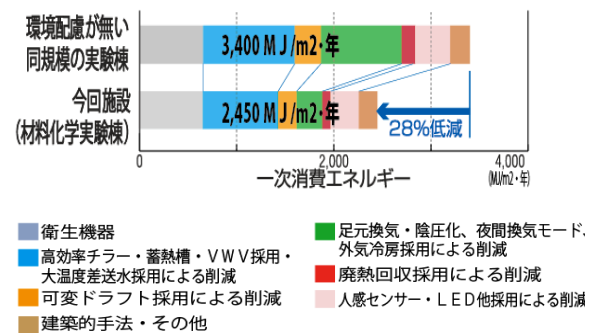


図-8 環境負荷低減

7. 環境負荷低減

改修前の建物は98もの省エネ手法を用いた超省エネルギービルであった。このうち現在でも通用する40手法を踏襲し、更に人感センサー照明、LED、VAVドラフトや廃熱回収、足元換気・陰圧化による外気量削減、夜間換気モード、VWV制御など実験施設に特化した省エネ技術の導入を図り、一次エネルギー換算で環境配慮がない同規模の実験施設と比べて28%削減(図-8)、有機合成実験室のみを比べた場合に37%の削減効果が試算されている。

8. コンバージョンでの定量評価

コンバージョン工事におけるメリットを新築（モデルビル）と比べて工期・コスト・環境負荷面で評価を行った。

LCC、LCCO₂は建替えコンバージョン共に30年として試算した。（図-9）

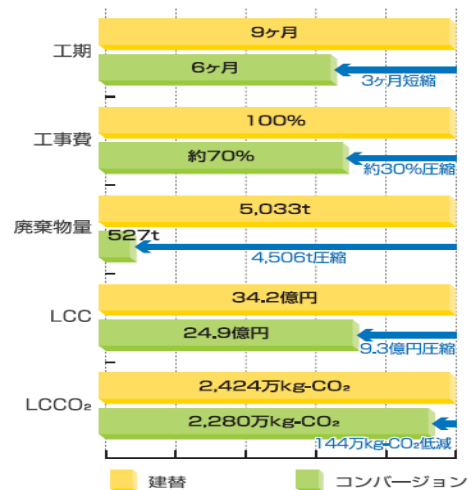


図-9 コンバージョンでの定量評価