

病院構内まで延長されたヘリウムガス回収配管

Helium Gas Recovery Pipeline Extended to University Hospital Campus

大塚晃弘

京都大学低温物質科学研究センター

Akihiro Otsuka

Research Center for Low Temperature and Materials Sciences, Kyoto University

This is a report on the newly constructed helium gas recovery pipeline that was extended to the university hospital campus. It is now possible to recover helium gas from almost any part of the Yoshida campus. In order to take full advantage of this campus-wide recovery pipeline, a delivery system for liquid helium (i.e. a track with a power lift) is essential.

1. はじめに

2007年3月末、平成18（2006）年度営繕事業（工事名称：京都大学（南部他）ヘリウム回収配管等整備工事）により、本学吉田キャンパス内の最南端地域にあたる医学部附属病院構内までヘリウムガス回収配管が延長され、4月から利用開始された。医学研究科附属高次脳機能総合研究センター（現）の前センター長 柴崎 浩先生から、病院構内で全頭型SQUID脳磁場計測装置を利用するためヘリウムガス回収配管設置のご要望が極低温研究室運営委員長（当時、水崎隆雄先生）へ最初に寄せられたのが1994（平成6）年だったとのことなので、足掛け13年という執念の事業となった。筆者はその間の事情すべてを把握している訳ではないが、終盤で配管ルート・仕様の検討や漏れテストなどのお手伝いをさせていただいたご縁から、僣越ながら概要を報告させていただくことになった。

関係者の先生方が中心となり病院構内までの回収配管延長を既設回収設備の整備に絡めるなどして、概算要求で採択される努力を継続され、LTMセンターが創設（2002年4月）された頃から、医学部・薬学部・病院東西構内での超伝導磁石、MRIや医工連携計画などによるヘリウム利用の増大が見込まれ、当センターを所掌する理学研究科事務部（現）の更なるバックアップも功を奏してか、本部事務局の予算関係部署だけでなく施設部も具体的な配管ルートの検討に関心を持っていただけるようになった印象がある。2003年3月頃、理学部等事務部と本部施設部のご協力を得て、本計画の最難関であった3つの公道（東一条通、東大路通、近衛通）の下を潜る具体的なルートを決めることになる既存共同溝の現場確認ができ、一気に現実味を得た。2004年度から法人化されたのに伴い、回収配管延長事業も当センター中期計画に沿った概算要求として提出され、「回収配管を敷設すればペイするという計算」を意識した説明も求められた。2005年頃には、この事業は国からそのための予算を直接獲得するのではなく、京大の判断で学内営繕として実施する、という認識が本部施設・環境部から伝えられ、同年夏には、ルート途中の吉田南構内道路下配管（距離約20 m部分のみ）が舗装整備工事の都合により先行埋設されるという幸運に恵まれて、水

京都大学吉田団地配置図

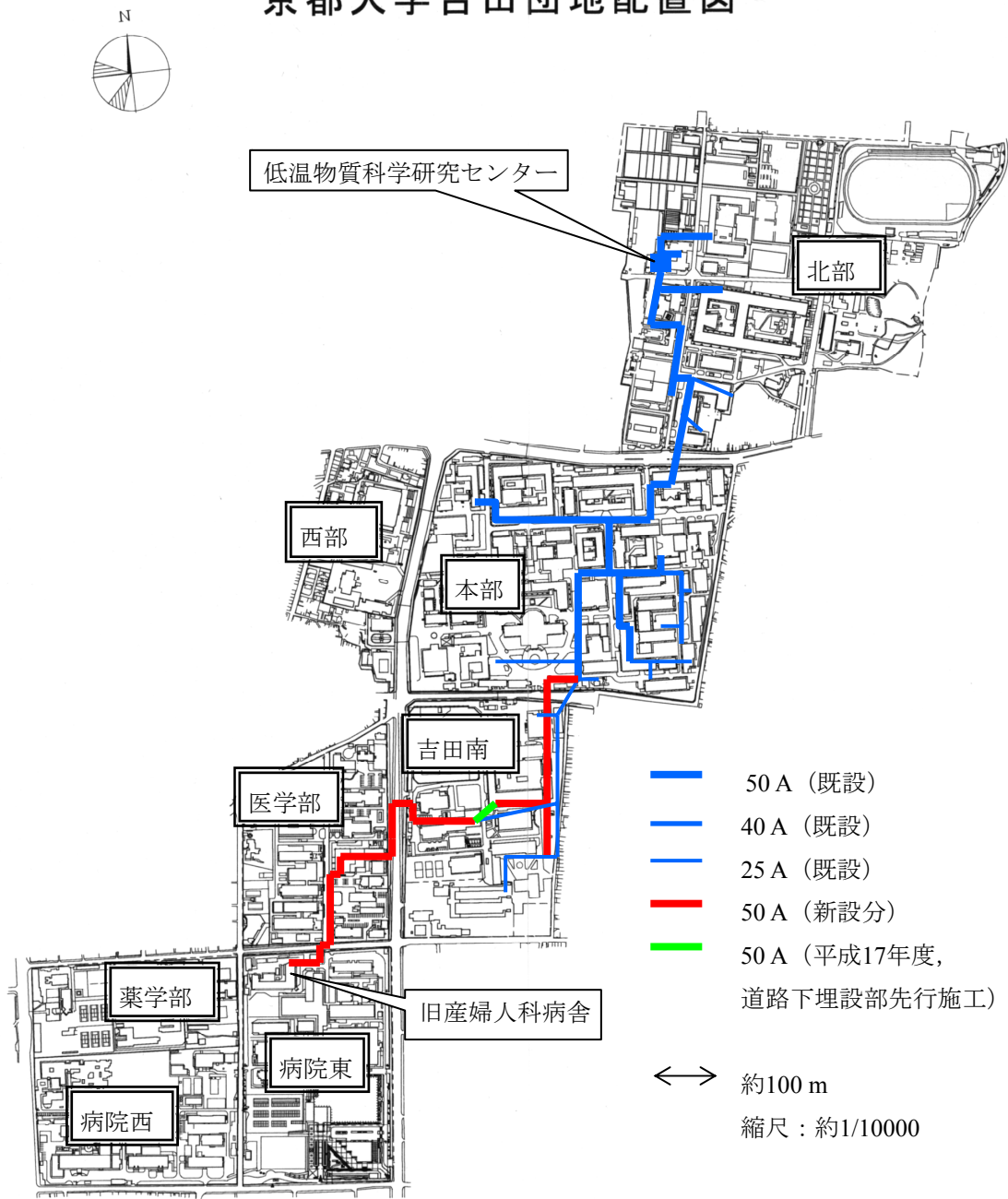


図1 吉田キャンパスのヘリウムガス回収配管の経路概要。二重四角枠は各構内の名称を示す。赤色線が今回新設された部分で、本部－吉田南（東一条）、吉田南－医学部（東大路）、医学部－病院東（近衛）の3箇所公道下の本学既存共同溝を通過している。既設配管の公道渡り（今出川50Aと東一条25A）では、1981-82年頃の緊急営繕工事当時に空いていたためのガス管をスリーブとして流用した。

崎LTMセンター長4年目在任中に事実上の着工に漕ぎ着けた。

2006年に入って仕様を詰める打合せや業者に現場を見せての見積取りが断続的にあり、年末までに入札で業者が決まり、年明けから本格工事に入って2007年3月に竣工した。

2. 新配管等の概要

今回の配管延長距離は平面投影で約1 kmあり、2003年まで断続的に整備されてきた吉田キャンパス既設回収配管の総距離（約2.5 km）の4割程度に上る。図1に吉田キャンパス全体のヘリウム回収配管経路の概要を示す。

既設配管大半の配管径は50Aであったが、本部構内の時計台東南から分岐して南へ向かう配管径が25Aであった。今回の新管延長工事では50A主管からそのまま50Aの分岐を取り、すべて50Aのまま吉田南構内を經由して病院構内まで敷設した。単なる延長ではなく吉田南構内の25A配管（距離約500 m分、その多くが改修予定の土手沿いに埋設）を50A配管で置き換えることもできた訳で、将来吉田南構内の送気ブローを大型化するためにも必須の措置であった。

50A配管の材質はステンレス鋼（SUS304TP-S）、肉厚は土中埋設部分（今回工事全体の4割以上）をSch40S(3.9 mm)、屋外露出及び共同溝内をSch10S(2.8 mm)、接合はバックシールドTIG溶接とした。漏れテストは完成時の全体一括検査だけでなく、工事途中の区分ごとに圧力保持と発泡液による全溶接箇所点検も行い、万全を期した。土中埋設となる箇所については厚さ2 mmの熱収縮保護チューブ[1]を被せ、差込溶接箇所のみペトロラタム防食テープ巻きとした（図2）。2003年3月に施工した北部構内農学部総合館から当センターまでのSUS-50A回収配管の保護に、密閉性・作業効率などを評価して熱収縮チューブを採用した実績があり、それに倣った。

SUS材高値の折、管の材質と肉厚で過剰ともみえる選定をしているのは、2004年4月に北部構内の土中埋設既設回収配管（50A、Sch40のSTPG黒鉄管、防食テープ巻き、設置後約23年目）で、著しい腐食事例が見つかったからである。距離5 cmもないところにある埋設給水管からの漏水により、厳しい腐食環境に置かれたためと思われるが、防食テープを盛り上げ突き破るように錆びコブが成長し、肉厚3.9 mmの鉄管がグスグスに腐っていた（図3）。つまり、外部の水分が防食テープの隙間から鉄管外側表面まで浸透していたことになる。SUSであっても電食には弱いと言われるが、炭素鋼に比べれば一般的な耐食性能は格段に優れており、長期利用を前提とするケースでは信頼性が向上する。吉田・宇治キャンパスの既設箇所でも多用されているプラスチック外面被覆鋼管も検討したが、溶接接合箇所については防食テープ巻きとなるため、土中埋設の場合は図3と同じことが起こり得るので、今回はSUSを強く要請し採用していただいた。肉厚は“腐れしろ”を考慮して3.9 mmでも充分かどうか不明なため、埋設部のSch40Sは維持することにした。

実際、本工事の全系統検査の際に既設流用部分の漏れテストも実施したところ、1999年春の圧張り試験では異常無かった吉田南構内南端の25A配管（距離約60 mの土中埋設部、ポリエチレン外面被覆鋼管、設置後約25年目）に、全く圧が張れない程大きな漏れが見つかった（この漏れは埋設を極力避ける経路変更をして2007年8月に修理された）。車両通行の無い場所で、外面被覆管でさえ大漏れが起きたことから、テープ処理箇所が腐食した疑いが大きいと考えている。

また、SUS表面の気体放出速度は素材レベルで鉄の値の約1/100[2]であるため、純度管理を伴う用途における配管材質として適切であり、吉田キャンパス配管の約3割が一気にSUSになった効果が回収純度などの数値に反映されるのか、しばらく注目したい。

余談だが、阪神・淡路や新潟中越などの震災を通じて埋設時の耐震性が実証された低压ガス用



図2 熱収縮チューブを被せたSUS-50A管の差込溶接継手付近。漏れテスト終了後にテープ巻き処理したところ(吉田南構内, 2007年1月)。隣の細い水色管は, ポリエチレン外面被覆の既設25A鋼管(1996年頃施工分)で, 今回廃止。



図3 2004年4月に見つかった埋設配管(管径50A肉厚3.9 mmの炭素鋼鋼管, 設置後約23年目)の腐食穴。防食テープを突き破って錆びコブが成長していた。防食テープ処理箇所のような腐食具合を目の当たりにして, SUS材採用にこだわった。



図4 旧産婦人科病舎に設置された5 m³型ガスバッグ。緑色シートは保護カバーで, 中身本体は銀色である。手前に見えるのはルーツブロワー。

ポリエチレン管 (PE管, 圧力0.3 MPa程度まで) を, ヘリウム回収埋設配管に適用できないか検討中の業者もあるが, 耐用年数, 透過, 気体放出などの懸念がどうなのか, 今後の進展に期待したい。

5 m³箱型ガスバッグ (図4) を一式, 旧産婦人科病舎 (SQUID脳磁場計測装置が稼働中) に設置することになったが, 場所の確保や整備の多くは本工事から切り離されたため, 医学部附属病院・医学研究科に大変お世話になった。同建物は病院東構内のほぼ北隅にあるが, 南に位置

する外来診療棟, 西に広がる病院西構内や薬学部構内など, 300 m程度までの距離であれば50 A配管を延長して同じガスバッグを共用することができる。もちろん, 必要であれば今回のガスバッグとは独立に新たな中継所を設け, 病院構内から当センターまで開通した50 A主管に別途接続することも可能である。脳磁場計測装置以外にも医工連携などを視野に入れた潜在的な液体ヘリウムの需要がある地域であり, 液ヘリ利用—ガス回収の環への参加者増加が見込まれている。

採用したガスバッグは, ヘリウムと水分の不透過性の優秀さを謳っており, 2006年3月に桂キャンパスに30 m³型の納入実績があるアルミラミネート膜 (最外面は表裏ともポリエチレン) を利用したもの[3]である。製造工程でゴム糊を使わないため納期が短いことも今回は助かった。しかし, 供給元が限られるためか価格面では合成ゴム製品に太刀打ちできず, 今後も京大で継続導入でき

るかどうかは極めて不透明である。打合せの不手際でガスバッグを過圧から保護する安全器が機械式ではなくオイル式（逆流防止機能付）となってしまった。ルーツブロワ（600 L/min）[4]の能力と同程度のガス流入を水柱30 mm以下で処理するため、2個の安全器を平行に設置することになった。ブロワー出口のヘリウム純度が低下すると自動弁を開閉させて当センター側へのガス送り出しを止め、純度が回復するまでは屋外廃棄させる機能（廃棄量も計量）を持たせた。

LANとデータロガーを使い、今回設置されたものも含めて吉田キャンパス内10箇所程度の稼働中ガスバッグのヘリウム純度、ガスメータ積算値、ブロワー動作状態などを、当センターから遠隔モニタ管理する計画を進めている。

3. おわりに

今回の回収配管延長工事により、吉田キャンパスのほぼ全域がヘリウムガス回収の守備範囲となった。世界的な品薄のため、100%輸入に頼る有限資源であるヘリウムの供給は逼迫し、価格は今後益々高騰するという情報[5, 6]もあり、ヘリウムのリサイクル利用を前提とした回収配管敷設の対費用効果は利用者、部局、大学のどのレベルで検討しても歴然としている。安価なヘリウムを安定して継続的に利用するため、回収配管が病院構内までようやく延長されたこの機会に、リサイクルの環に参加することの重要性を再認識していただきたい。

勿論、液体ヘリ容器を各利用者まで配送するシステムが無い現状のままでは、これだけ広範に拡大した回収配管系の意味が半減してしまう。吉田南・本部構内の一部利用者はもとより、今回使用開始された病院構内の利用者にも、容器運搬用車両の手配を含めて全くの自助努力に徹していただいております。心苦しい限りである。寒剤配送システムの構築こそが次なる緊急の課題である。

医療行為にも利用される機器をヘリウム回収配管に接続するにあたっては、薬事法の許認可の問題があることを今回の工事の過程で知った。回収配管に接続するという前提で許認可を受けた機器でなければ、現実的には接続は極めて困難であるので、MRI装置などからヘリウムを回収したい場合には、機器導入（あるいは更新）計画時点から業者を交えての準備が求められる。

最後に、本工事の推進に対しご理解・ご尽力をいただいた、総長、関係理事をはじめ、本部事務局、施設・環境部、理学研究科、医学研究科、医学部附属病院、人間・環境学研究科、当センターなど多くの関係者の皆様、及び関係業者の方々に感謝申し上げます。とりわけ、2002年度頃の当センターから本部への働きかけにおいて、水崎センター長と北野和男理学部等事務部司計掛長（いずれも当時）ご両名の精力的なご活躍が無かったなら、2007年9月の時点でこのような報告記事が書けたかどうかあやしかったかもしれない、とすら思い返している。

参考情報

- [1] 西日本電線株式会社 ニンチューブ NPR (<http://www.nnd.co.jp/seihin/tube.html>).
- [2] 日本真空技術株式会社編，“真空ハンドブック”，p47，1992，オーム社。
- [3] 株式会社 スカイピア ガスコレクター膜 (<http://www.mmjp.or.jp/skypia/index.html>).
- [4] 株式会社 アンレット BSS-G型 直結型 (<http://www.anlet.co.jp/>).
- [5] 日本経済新聞朝刊，2007年(平成19年)3月27日付け企業欄，同年9月7日付け1面トップ。
- [6] Karen H. Kaplan, *Physics Today*, June 2007, page 31
(http://ptonline.aip.org/journals/doc/PHTOAD-ft/vol_60/iss_6/31_1.shtml).

(著者略歴は次の記事末尾と共通のため省略します。)