

再生医療物流システムの開発

太田 延之† 橋本 博文†

†株式会社日立製作所 システム開発研究所

1. まえがき

事故や病気などによって失われた体の細胞を、自らの細胞を用いて再び蘇らせて修復する再生医療が、新しい治療法として注目されており、市場規模は 2020 年で 1 兆円とも言われている [1]。再生医療は、患者から細胞を採取し、必要な細胞を選択・分離した後、治療に必要な量まで細胞を培養し、培養細胞を患者自身に移植する。細胞の採取・移植は病院で実施するが、培養は将来的に培養施設で実施することが想定される。

ここで、病院と培養施設を結ぶ輸送手段（再生医療物流）の確保が必要となる。再生医療物流では、体温に近い適正な温度に保つ、過度の振動を与えないなどの措置をとらねばならない。また、温度が適正に保たれたこと、過度の振動が与えられなかったことを確認できるシステムも必要となる。

本研究では、個体の履歴管理に有効な RFID (Radio Frequency IDentification) や、温度管理に有効なセンサノードを活用して、再生医療物流システムを開発した。また、仮想実験を通して、本システムの有用性を検証した。

2. 再生医療物流システムの開発

2.1 再生医療物流システムの目的

再生医療物流システムの目的を以下に示す。

- 細胞受渡しの際の取り違えの防止
輸送容器（輸送用の容器）に格納された細胞の細胞情報や受取人の確認
- 輸送する細胞の品質管理
輸送容器の輸送中の温度・振動を管理し、異常な値にならなかったかどうかの確認
- 輸送車両の運行管理
輸送容器の地理上の現在位置の確認

2.2 本システムを用いた業務概要

本報のシステム（以下、本システム）の範囲では、細胞の受取人の確認、輸送中の温度管理のみを対象とし、さらに、培養施設から病院ま

での細胞（培養細胞）の輸送履歴管理（出荷時刻等）、温度履歴管理を対象とする。その全体像を図 1 に示す。

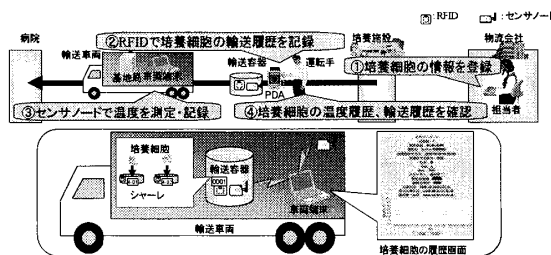


図 1 再生医療物流システムの全体像

細胞を輸送する物流会社の担当者は、まず、細胞に関する情報（細胞の ID や細胞名等）を登録する。登録後、物流会社の運転手は細胞を培養施設から病院まで輸送する。輸送では、細胞をシャーレに入れ、これを輸送容器に格納して運ぶ。輸送開始・終了時に、輸送容器に貼付されている RFID を PDA (Personal Digital Assistant) で読み取り、読取情報を基に輸送履歴を作成して、車両端末に記録する。また、輸送中の容器の温度をセンサノードで測定し、車両端末に記録する。運転手は細胞の受取人である医師名を確認し、受渡時に病院の医師に、細胞の輸送履歴、温度履歴を提示する。

2.3 システム構成

本システムの構成を図 2 に示す。

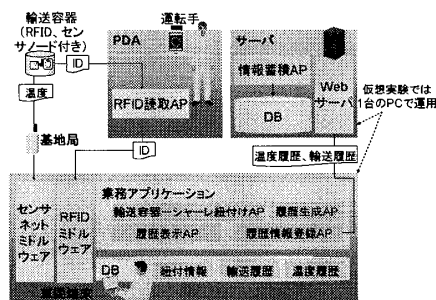


図 2 システム構成

本システムは、サーバ、車両端末、PDA で構成される。輸送容器には RFID とセンサノードが貼付され、RFID は PDA で、センサノードは基

Distribution System for Regenerative Medicine
Nobuyuki Ota † and Hirobumi Hashimoto †
†Hitachi,Ltd., Systems Development Laboratory

地局で情報を読み取られる。

輸送容器－シャーレ紐付 AP (Application Program) は、輸送容器の RFID とシャーレの RFID から読み取った ID を、RFID ミドルウェアを介して取得し、ID 同士を紐付け、輸送容器にどのシャーレが格納されたか記録する。

履歴生成 AP は、PDA で読み取った輸送容器の ID 情報を、RFID ミドルウェアを介して取得し、ID 情報を基に輸送履歴を生成する。また、基地局で読み取った温度情報を、センサネットミドルウェアを介して取得し、温度履歴を生成する。

車両端末の履歴表示 AP は、輸送履歴、温度履歴を車両端末の画面に表示する。

RFID 読取 AP は、RFID を読み取る。履歴情報登録 AP は、車両端末に蓄積された情報をサーバに送信する。情報蓄積 AP は、車両端末から受信した情報を DB に蓄積する。

3. 仮想実験

3.1 前提条件

シャーレと輸送容器に RFID を貼付して、輸送車両で輸送する仮想実験を行った。仮想実験の前提条件を表 1 に示す。

表 1 仮想実験の前提条件

分類項目	前提条件
拠点	実際の病院・培養施設は利用しない。発着施設は同一施設とし、輸送車両は施設を出発した後、一定時間(約2時間半)走行後に、その施設に戻るものとする。
輸送対象物	シャーレの中身は空(細胞は入れない)。
輸送容器	体温に保つ特殊容器ではなく、クーラーボックスで代用。保冷材で内部を低温にして輸送。 クーラーボックスに RFID を貼付し、クーラーボックスを個体管理。
輸送車両	輸送車両1台に対して、輸送容器を1個積載。1個の輸送容器に、シャーレを4個格納。
シャーレ	シャーレに RFID を貼付し、シャーレを個体管理。
センサノード	輸送容器の RFID とセンサノードの ID を紐付けし、センサノードを個体管理。 センサノードで、輸送容器内部の温度、輸送容器外部の温度を管理。 測定期間は、輸送時間(約2時間半)に、輸送の前処理・後処理を加えた時間。

3.2 実験結果と考察

シャーレの輸送履歴(出発時刻、現地到着時刻、輸送終了時刻)と、温度履歴のグラフを図3に示す。

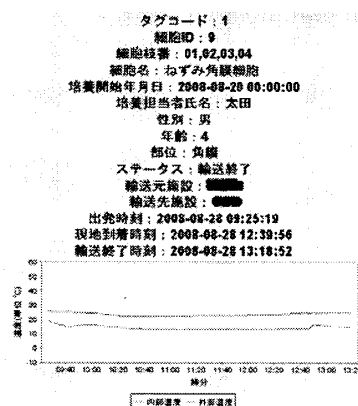


図 3 データ表示画面

以上により、シャーレの輸送履歴・温度履歴が追跡可能であり、輸送容器とシャーレの紐付けによる RFID を用いたシャーレの個体管理、RFID とセンサノードの ID 紐付けによるシャーレの温度管理が実現できた。

各操作の基礎データ(作業時間)の計測結果を、表 2 に示す。

表 2 作業時間

#	項目	作業時間
1	輸送容器とシャーレの RFID の読取・紐付け	3分40.2秒
2	輸送容器の RFID の読取	1分26.2秒
3	受取人の確認	10.7秒
4	データ表示画面の表示	4.9秒

項番 1 と 2 で、PDA での RFID の読取作業時間が長い。RFID を効率的に読み取るために、作業の標準化を行い、作業時間の短縮を図る必要がある。

4. まとめ

再生医療物流システムを開発し、輸送履歴の管理、輸送容器の温度履歴管理、輸送容器とシャーレの紐付けによるシャーレの個体管理、を実現し、仮想実験により確認した。さらに操作毎の作業時間を分析し、システム操作性に関する課題を抽出した。今後、実運用に向け、細胞を用いた輸送実験による評価、検証を行う。

参考文献

- [1] 「2008 年版再生医療ビジネスの最新動向」、(株) シード・プランニング、p9、2007。