

# 粒子線治療装置スケジューリングシステム

4W-1

## —システム概要—

佐藤裕幸<sup>1)</sup>、青山功<sup>1)</sup>、浅見廣愛<sup>1)</sup>、中島克人<sup>1)</sup>、坂本豪信<sup>1)</sup>、土谷昌晴<sup>1)</sup>、菅靖則<sup>1)</sup>

i)三菱電機（株）情報技術総合研究所, ii)三菱電機（株）通信機製作所,

iii)三菱電機マイコン機器ソフトウェア(株)

### 1 はじめに

粒子線治療装置スケジューリングシステムは、癌治療等に用いられる非常に高価な粒子線治療装置の稼働率を最大限に向上させることを目的に、患者の治療計画に沿った治療装置の効率的な運転スケジュールを自動立案するシステムである。本稿では、この粒子線治療装置スケジューリングシステムのシステム概要及び機能について報告する。

### 2 粒子線治療装置

粒子線治療装置は、粒子線を発生させる加速器群と粒子線の照射を行う治療室群の2つに大きく分けられる。図1は、2つの加速器、3つの治療室から成る粒子線治療装置の構成例である。

加速器で生成される粒子線は粒子種とエネルギー強度によって決まり、粒子種とエネルギー強度を切り替えることで複数の粒子線を発生可能だが、1台の加速器からは1度に1種類の粒子線しか発生できない。治療室には治療台に対する照射方向（水平、垂直、斜め45度等）毎に粒子線の照射口（ポート）があり、治療室によってポートの数と種類が異なっている。患者は治療部位によって使用ポートが決まっているので、患者によって利用可能な治療室は異なる。加速器からポートまでの粒子線の通り道をビームコースと呼び、その種類は、加速器、治療室、ポートによって決まる。また、1台の加速器が1度に使用できるビームコースは1

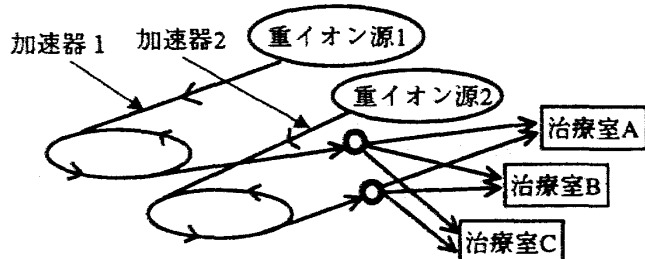


図1 粒子線治療装置の構成例

### A Radiation Treatment Scheduling System -System Function-

Hiroyuki Sato, Isao Aoyama, Hiroai Asami, Katsuto Nakajima, Hidenobu Sakamoto, Masaharu Tsuchiya, Yasunori Kan  
Mitsubishi Electric Corp.  
5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa 247-8501, Japan

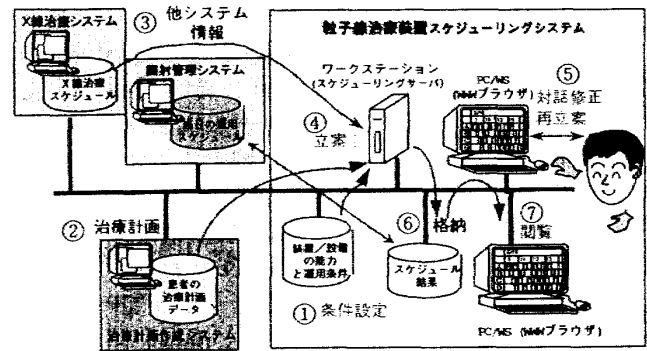


図2 システム構成と立案手順

つだけである。

加速器で粒子種、エネルギー強度を切り替えるには数十分から数時間の時間を要す。従って、できるだけ連続して同じ粒子種、エネルギー強度を使用するよう運用することで、多くの治療を行うことができる。また、患者が治療室に入り照射を開始できるまでにも、入替え時間や照射の位置決めのための時間が必要となる。従って、各治療室をまんべんなく利用することにより、それらの照射以外の無駄な時間を相殺することができる。

### 3 システム構成

本システムにおけるスケジュール立案手順を図2を用いて説明する。

- ① まず、治療装置の能力や運用条件を設定する。この条件には各種の切替え時間や装置の使用可能時間帯などがある。
- ② 治療計画システムで作成された患者の治療情報を取り込む。治療情報は、各患者の治療部位毎に対応して「治療計画」、各治療計画は照射方向に対応して「照射」と呼ばれる構造になっている。各照射には、粒子種、エネルギー強度、治療期間・間隔等の情報が含まれる。各治療は、この照射を複数回に分けて実施することである。
- ③ 次に、X線治療等の他システムの情報を取り込む。この情報には、患者毎のX線治療を行っている時間帯が含まれ、その時間帯は粒子線治療が不可能な時間として扱うようにする。
- ④ 以上の条件、データを取り込んだ後、スケジュールリングサーバ(WS)で立案を行う。

- ⑤ 自動立案が終了したら、立案結果を対話的に修正したり、修正後に再立案の指示を行う。これらの操作は、サーバの端末からだけでなく、WWWブラウザにより、LAN上の任意のマシンから行うことができる。
- ⑥ 対話修正や再立案により満足のいく結果が得られたら、それをディスクに格納する。当日のスケジュールは、照射管理システムに渡され、実際の運用情報(治療順等の変更)が1日の最後に本システムに戻され、その結果が再立案時に翌日以降のスケジュールに反映される。
- ⑦ 治療スケジュールの閲覧もWWWブラウザ経由でLAN上の任意のマシンから行える。本システムを利用するユーザは、その権限により以下の4つの実行レベルに分けられており、多くの種類のユーザが利用できるようになっている。
1. 患者プライバシーを隠蔽した情報を閲覧可能
  2. 立案結果の全ての情報を閲覧可能
  3. スケジュール立案の指示・修正が可能
  4. 他ユーザの使用を強制終了可能(管理者用)

#### 4 スケジュール立案機能

粒子線治療装置スケジュールは、以下の属性を持った各治療の順序を立案することになる。

- 加速器, 粒子種, エネルギー強度, 治療室, ビームコース, 患者, 治療計画, 照射, 開始日時, 終了日時

この治療は1日100回程度実施され、スケジュールの期間が数ヶ月なので、本システムでは約1万回の治療の順序を1度に立案することになる。しかし、その実行時間は膨大となることが予想され、実用とならない可能性が高い。そこで、本システムでは、まず治療の実施日を決め(治療日スケジュール[1])、詳細なスケジュールが必要な期間についてのみ各日の治療順を立案する(治療順スケジュール[2])という2段階方式を採用している。

##### ◆ 治療日スケジュール

各患者の治療計画、法律上の1週間当たりの照射量の上限を守るよう治療日を立案する。各日の最終治療の終了時刻を大まかに見積ること、各日に割り付けられる治療数を決定している。

##### ◆ 治療順スケジュール

治療日スケジュールで割り付けられた各日の治療について、治療装置の利用効率、患者の治療希望時間帯を考慮して立案する。また、測定のための時間や昼休み等の休憩時間も考慮している。

#### 5 スケジュール表示・編集機能

スケジュール結果の表示は、その表示形態によ

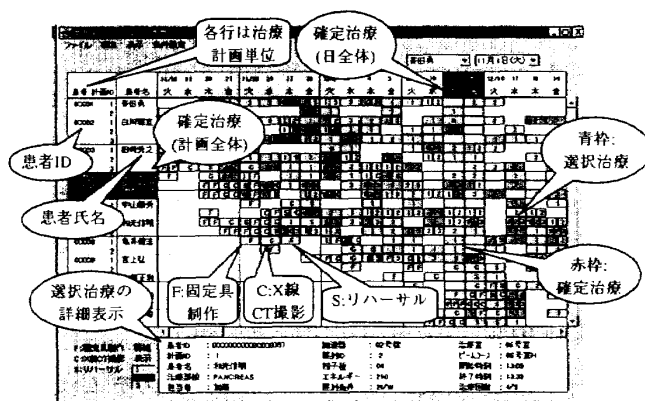


図3 患者スケジュール表示画面例

り以下の3つに分類される。

- 患者スケジュール  
各患者の治療日の表示・編集
- 加速器運転スケジュール  
粒子種, エネルギー強度, ビームコースの使用日及び各日の切替え順序の表示
- 治療室スケジュール  
ポートの使用日及び各日の切替え順序の表示

患者スケジュールでは(図3)、立案結果について、以下のような編集が可能である。

##### ■ 治療日の移動

治療を「何日後」「何日前」へと移動できる。指定された日に移動可能かどうかは、システムで判断する。移動先の日までに同じ「照射」の治療がある場合は、それらの治療も全てその日以降(以前)に移動する。

##### ■ 治療の削除

これまで1度も実施されていない「照射」の治療を削除することができる。

##### ■ 治療の確定

再スケジュールの際に移動しないよう(確定)指定できる。確定指定の単位は、治療, 照射, 治療計画, 日がある。また、1度確定した治療を再び不確定に戻すこともできる。

#### 6 おわりに

本システムは、初版が動作し始めており、今後は、X線治療等の他治療システムとの連携機能の実装、治療を行う担当技師や看護婦等の作業員のスケジュールリング機能の追加などを検討している。

#### 参考文献

- [1] 青山功, 佐藤裕幸, 浅見廣愛, 坂本豪信, 土谷昌晴: 粒子線治療装置スケジュールリングシステム—治療日スケジュール—, 本大会, 4W-02, 1998-3.
- [2] 浅見廣愛, 佐藤裕幸, 青山功, 坂本豪信, 土谷昌晴: 粒子線治療装置スケジュールリングシステム—治療順スケジュール—, 本大会, 4W-03, 1998-3.