

PLA / 95 / 3

95 / 5 / 29

1 GeV リニアック検討資料

1 GeV LINAC DESIGN NOTE

題目 (TITLE) CCL 周波数に関連しての考察

著者 (AUTHOR) 加藤隆夫

概要 (ABSTRACT)

RFQ (PARMTEQ)、DTL (LINSAC)、CCL (PROEND) のコードを使って、DTL から CCL へのつなぎ方の追試を行なった。DTL コードが刷新された為に、以前よりも結果が明確に得られた。transition energy 100 MeV と 150 MeV、CCL 周波数 972 MHz と 1296 MHz を比較した。DTL 周波数は 324 MHz。100 MeV 1296 MHz の CCL の最大透過率は 98.25 % (1572/1600) であり、必ずビームロスを生じる。100 MeV 972 MHz の CCL は、100 % 透過の領域はあるが、その幅が狭いので運転が厳しくなるだろう。150 MeV 1296 MHz も同様である。要するに、他のビーム劣化の原因を考慮すれば、4 倍の周波数比では、殆どビーム損失があるといえる。大強度リニアックというマシンの性格を考えるならば、3 倍 150 MeV は動かしがたい。ならば、加速安定位相を大きく下げて、全てを受け入れればよいではないかという考え方は、ビームの性質がどんなに悪くなくても、非線形領域が大きくなってビーム損失の可能性が増えても構わないという考え方であり、大強度陽子リニアックには不適當である。

KEY WORDS:

Ion source, RFQ, DTL, CCL, Magnet, Monitor, Beam Dynamics,
Transport, Vacuum, Cooling
Klystron, Low level rf, High power rf, Modulator
Control, Operation, Radiation, Others

CCL 周波数に関連しての考察

加藤隆夫

1. はじめに

DTL の周波数を 324 MHz に選ぶと、その 3 倍は 972 MHz、4 倍は 1296 MHz となる。1296 MHz については、これまでの蓄積があり、又、この周波数を考慮して 324 MHz を決めている事情もあり、人情がある。次に、リニアックが縮小された結果、与えられた条件の中でどのように最適化を行なうべきかという問題もある。この場合重要なのは、与えられた条件であり、これは、これまでの経緯、そして様々な方面の有様を考慮すれば、限定的に考えるべきでなく、なるべく広い局面を考慮すべきであろう。短氣的に決めた場合に、そのつけを負うのは、ビームのユーザーであり、加速器の運転維持をする人々である。短気が長期的な展望の下で決められたと思われても、設計の悪い機械は、永劫に渡り、人知れずマシンの性能を落としているのである。電流が小さいマシンだからいいだろうと、同意した事が、意外と長く尾をひく事がある。それは、その時点で我々が知る知識に限界がある為でもあるが、安易な妥協の産物でもある。

計算機シミュレーションが現実より悪い結果を生む事は殆ど皆無である。逆に計算機で駄目なものは、多くの場合それ以上に駄目である。このようでないシミュレーションは、シミュレーションに欠陥があるのである。従って、シミュレーション結果が悪くても、それを現実を選ぶ場合には、それ相応の理由が無ければならない。

あるパラメーターを決める場合に、これは rms ビームの性質を考えればよいのか、又は 100% ビームを考えなければいけないのかを、見極めることが肝要である。ピーク電流、平均電流と関連させて、このような考え方をすれば、何をすればよいか決まる。

2. シミュレーション

CCL 周波数 972 MHz と 1296 MHz に対して、入射エネルギー 100 MeV と 150 MeV の 4 種類のシミュレーションを行なう。CCL への入射ビームは次の手順でつくる。

- 1) RFQ 324 MHz で、50 KeV から 3 MeV まで加速する (PARMTEQ)。
- 2) 縦横のマッチングをとって DTL 用 code LINSAC 324 MHz へ入射させる。
- 3) 100 MeV 出力と 150 MeV 出力を作る。
- 4) 約 2m のドリフトと周波数比に対応した位相の伸張を行なう。
- 5) 横のマッチングをとり、CCL 用コード PROEND で 600 MeV まで加速する。

RFQ と DTL は 50 mA、CCL はゼロ電流で行なった。粒子数は LINSAC の制約により 1600 とした。

3. 結果

- 図 1 : 150 MeV DTL output, phi-W
- 図 2 : 100 MeV DTL output, phi-W
- 図 3 : 150 MeV DTL output, 2 m drift, x3 (位相比) .

図 4 : 100 MeV DTL output, 2 m drift, x3 (位相比) .

図 5 : 150 MeV DTL output, 2 m drift, x4 (位相比) .

図 6 : 100 MeV DTL output, 2 m drift, x4 (位相比) .

図 7 CCL の透過率を入射位相に対して図示。W150f1296 は入射エネルギーが 150 MeV、周波数が 1296 MHz を示す。

図 8 前図 7 の縦軸を拡大したもの。CCL の透過率を入射位相に対して図示。W150f1296 は入射エネルギーが 150 MeV、周波数が 1296 MHz を示す。

4. 考察

100 MeV 1296 MHz の CCL の最大透過率は 98.25 % (1572/1600) であり、必ずビームロスを生じる。100 MeV 972 MHz の CCL は、100 % 透過の領域はあるが、その幅が狭いので運転が厳しくなるだろう。150 MeV 1296 MHz も同様である。要するに、他のビーム劣化の原因を考慮すれば、4 倍の周波数比を採用すれば、殆どビーム損失があるといえる。大強度リニアックというマシンの性格を考えるならば、3 倍 150 MeV は動かしがたい。ならば、加速安定位相を大きく下げて、全てを受け入れればよいではないかという考え方は、ビームの性質がどんなに悪くなくても、非線形領域が大きくなってビーム損失の可能性が増えても構わないという考え方であり、大強度陽子リニアックには不適當である。

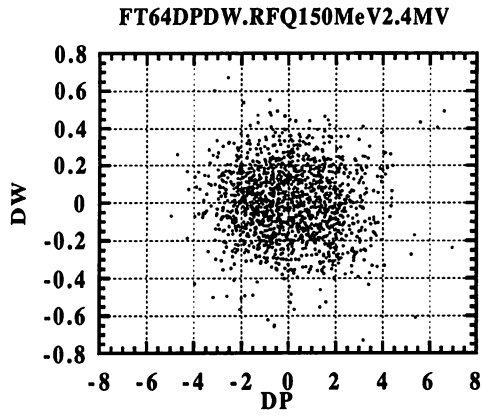


图 1 : 150 MeV DTL output, phi-W

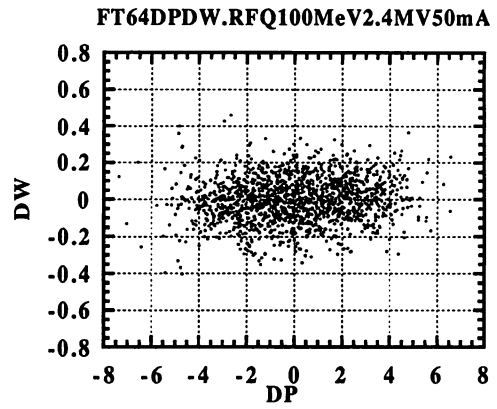


图 2 : 100 MeV DTL output, phi-W

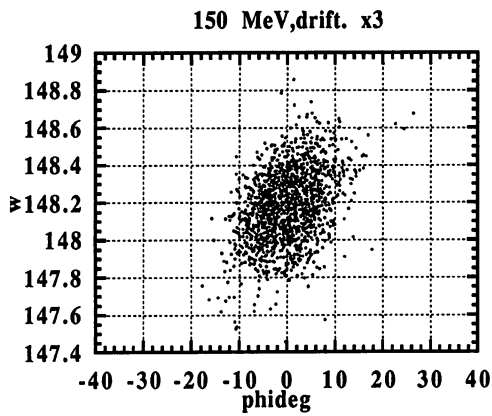


图 3 : 150 MeV DTL output, 2 m drift, x3 (位相比) .

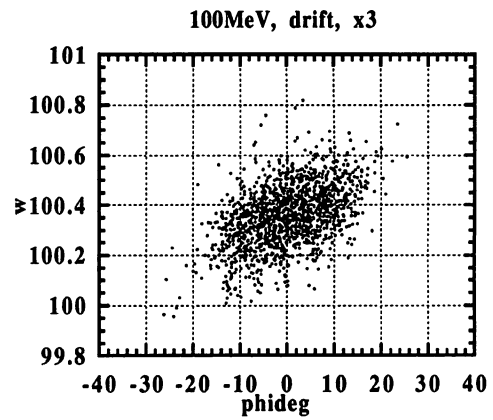


图 4 : 100 MeV DTL output, 2 m drift, x3 (位相比) .

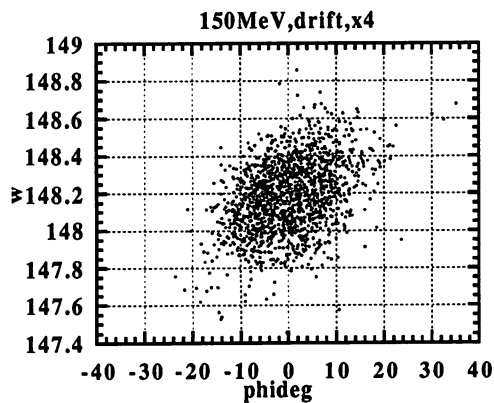


图 5 : 150 MeV DTL output, 2 m drift, x4 (位相比) .

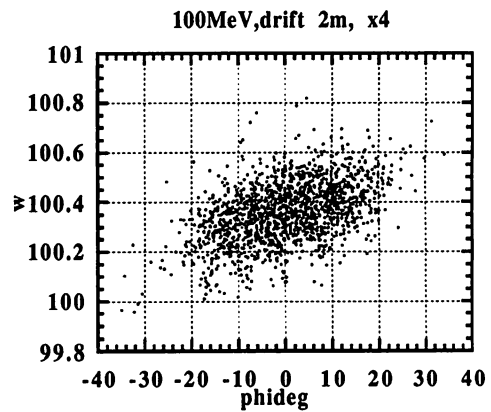


图 6 : 100 MeV DTL output, 2 m drift, x4 (位相比) .

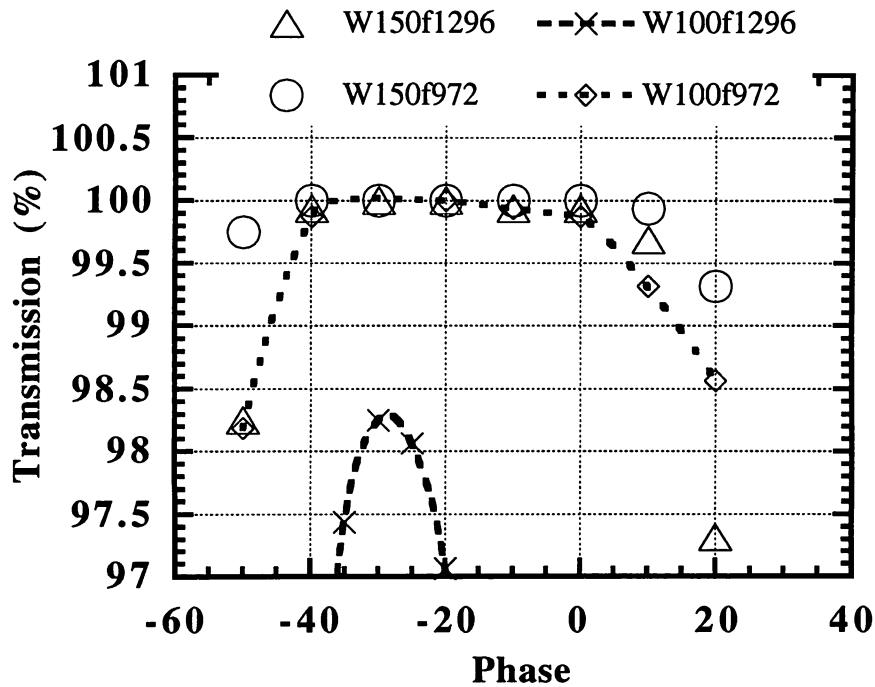


図7 CCLの透過率を入射位相に対して図示。W150f1296は入射エネルギーが150 MeV、周波数が1296 MHzを示す。

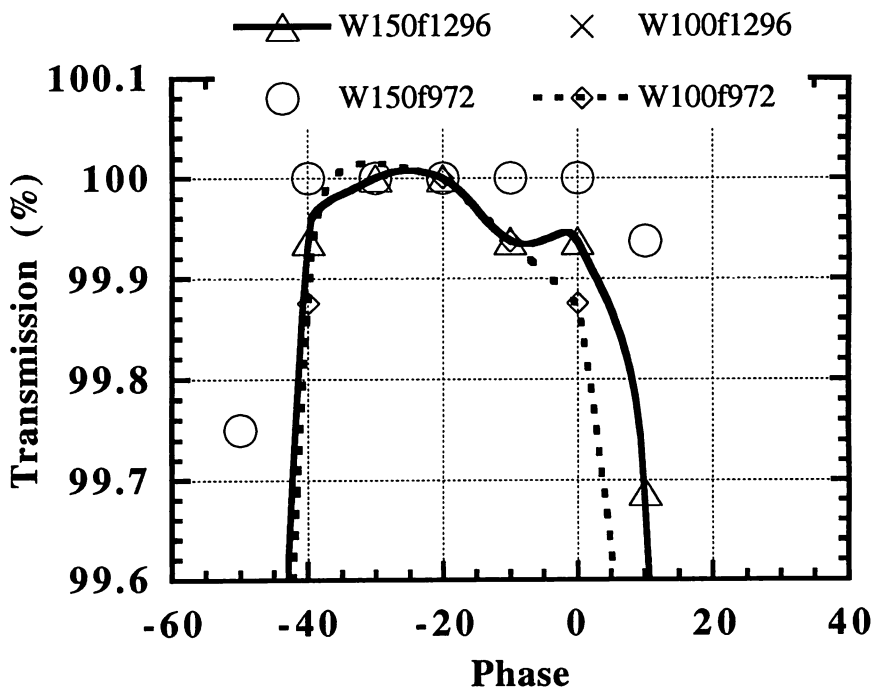


図8 前図7の縦軸を拡大したもの。CCLの透過率を入射位相に対して図示。W150f1296は入射エネルギーが150 MeV、周波数が1296 MHzを示す。