

PUISSANCE REÇUE ET CARACTERE C/I DES SYSTEMES DSRC DANS LES CONDITIONS FORTEMENT NEIGEUSES

Tadayuki Fukuhara, Hiroyasu Esthikawa, Keizo Sugiyama et Hideyukesthinonaga

KDDI R&D Laboratories Inc.
2-1-15 Ohara, Kamifukuoka, Saitama, 356-8502, Japan
TEL: +81-492-78-7327 / FAX: +81-492-78-7510
E-mail: fukuhara@kddilabs.jp

1. ABSTRAIT

Dans le but d'évaluer l'influence de neige sur la propagation radio de "Dedicated Short Range Communication (DSRC) systems", la puissance reçue et le caractère de ratio de puissance Carrier à interférence (C/I) ont été analysés par la méthode ray trace, en changeant la taille de murs mis à côté de route et matériaux pour la surface de routes et les murs à côté de route en béton, à la neige mouillée et à la neige sèche. Le coefficient de réflexion était un paramètre crucial pour cette analyse. Le résultat d'analyse a été également comparé avec les data tirées d'expérimentation. Il est bien clair que la neige sèche affecte peu la propagation radio, alors que la neige mouillée affecte le caractère de la puissance de réception auprès de la BS désirée, et que la neige mouillée peut réduire l'étendue de communication dans laquelle la performance C/I dépasse le niveau nécessaire de seuils des systèmes DSRC.

2. Introduction

La neige sur un autoroute peut causer des impacts sérieux sur la sécurité, e.g. accidents d'automobiles et embouteillages, surtout dans une région froide et neigeuse comme Hokkaido. Il est attendu qu'une système d'assistance de conduite, réalisée par le système de transport intelligent [Intelligent Transport Systems (ITS)^[1]] puisse réduire de tel accidents automobiles et embouteillages. Les systèmes de communication à portée courte propriétaire ["Dedicated Short Range Communication (DSRC) systems"] jouera un rôle important dans le système d'assistance de conduite [Cruise Assistant System] pour transporter l'information sur la circulation et les véhicules entre des stations de base fixes à côté de ou sur les routes (BSs) et stations mobiles (MSs) placées dans les véhicules courants. Dans les systèmes DSRC, la puissance de réception des signaux est extrêmement atténuée en terme périodique entre une BS et une MS, parce que des ondes directes sont intervenues par des autres ondes réfléchies qui arrivent de la surface de route et des murs placés à côté de la route. Les signaux reçus sont aussi intervenus par les signaux, interférant dans une manière co-canal, transmis par les autres stations de base. La chute de neige forte affecte l'environnement de la propagation radio des Systèmes DSRC et qui doit être prise en compte quand on veut essayer d'évaluer au caractère de puissance de signaux reçus des Systèmes DSRC afin que la performance attendue de seuil des Systèmes DSRC puisse être toujours achevée. Cependant, aucune discussion a été mise sur la propagation radio des Systèmes DSRC dans une région froide et neigeuse. Dans cette recherche, la stabilité de communication en une seule BS contre les ondes multi-path était recherchée, en analysant le caractère de la puissance de réception. L'interférence due à une BS voisine a été estimée par l'analyse du ratio de canal à interférence [channel-to-interference (C/I) ratio].

3. Systèmes DSRC

Les Systèmes DSRC attendus sont considérés comme une sorte de systèmes de communication du côté chemin au véhicules dans le cadre d'ITS. Les Systèmes DSRC pour ETC (Electronic Toll Collection) sont standardisés comme 'Association of Radio Industries et Businesses' (ARIB) STD T-55^[2] au Japon. Les systèmes fournissent la communication du côté chemin au véhicules avec un rayonnement spot de la diamètre de 10 à 30 mètres. Dans le but de fournir la système d'assistance à conduire, les Systèmes DSRC ont besoin d'avoir une communication continue sur quelques BSs.

Dans les Systèmes DSRC, deux ou trois canaux de fréquence sont assignés pour chaque zone répétitivement pour éviter l'interférence co-canal [co-channel interference] entre des zones voisines d'une à l'autre. La configuration des Systèmes DSRC est indiquée en Fig. 1. Dans la Fig. 1, quelques BSs ayant une zone de portée à approximativement 30 mètres sont mises à un intervalle entre elles de 30 mètres, à l'écart au long de la route pour former une série d'étendue de communication. La communication avec des cells radio des Systèmes DSRC pourra être établie à base des ondes directes. Dans les Systèmes DSRC, néanmoins, la puissance de signaux reçus est dérangée par la puissance d'interférence multi-paths et à la fois co-canal.

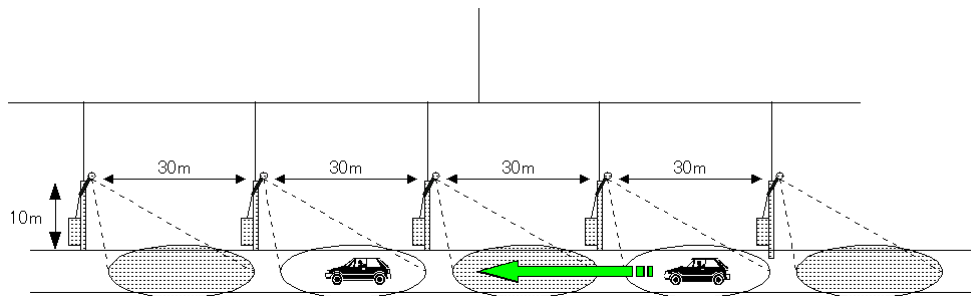


Fig. 1 Systèmes DSRC

4. Coefficient de reflexion

Dans cette recherche, la propagation a été analysée en employant la méthode ray trace. Comme un modèle de propagation entre une BS et une MS, un modèle de quatre paths consistant d'un path direct et trois paths reflétés était présumé. Dans le but d'obtenir les coefficients de la réflexion du 1) béton, 2) de la neige mouillée et 3) de la neige sèche, l'expression ci-dessous (formule par Fresnel)^[3] était appliquée.

En cas des ondes transversales magnetiques (TM),

$$R_H = \frac{\cos \theta - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{\cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

En cas des ondes transversales electriques (TE),

$$R_V = \frac{n^2 \cos \theta - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{n^2 \cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

où θ est l'angle d'incidence, et 'n' est l'index de refraction. Fig. 2 exprime les coefficients de réflexion du béton, la neige mouillée et la neige sèche. Quand l'angle incident est inférieur à 90 degrés (en cas de distance courte entre la BS et la MS), les coefficients de reflexion dependent de matériaux usés, i.e., du béton (0.45 à 0 degrés), la neige mouillée (0.36 à 0 degrés) et (0.1 à 0 degrés)^[4]. Quand l'angle incident

est approximativement à 90 degrés (en cas de distance longue entre la BS et la MS), le coefficient de la réflexion pour chacun des matériaux deviennent 1. Cette valeur indiquera que les signaux transmis sont complètement reflétés par la route ou par l'accotement. Dans cette recherche, on assume que la taille of la BS et la MS est 10 m et 1,5 m, respectivement. Alors, en cas de distance courte, e.g. une telle distance entre une BS désirée et une MS, la coefficients de réflexion varie en conformant aux matériaux usés. En cas de distance longue, e.g., une plus grande distance entre une BS voisine et la MS, la coefficients de réflexion de chaque materiel était presque 1.

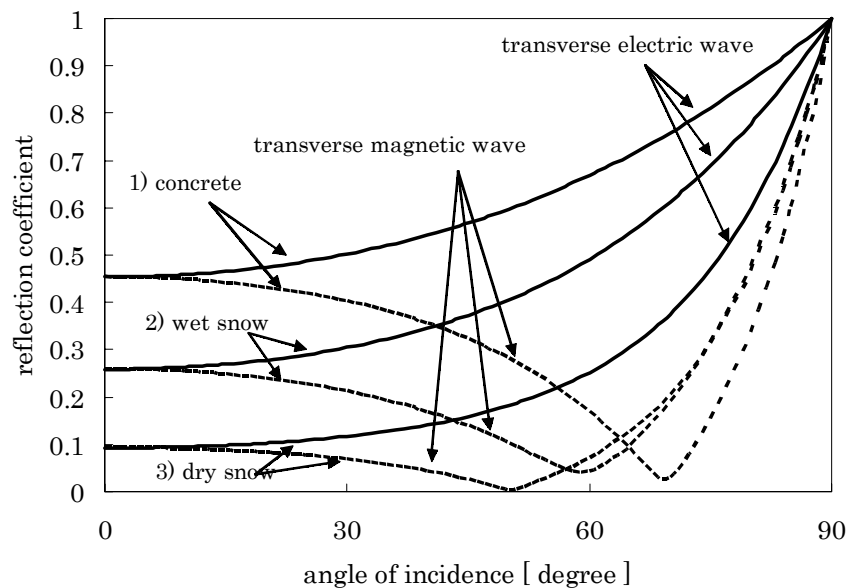


Fig. 2 Les coefficients de reflexion de 1) béton, 2) la neige mouillée et 3) la neige sèche

5. Modèle d'analyse

Fig. 3 indique un modèle d'analyse présumé dans cette étude. Les BSs ont été arrangées à une interval de trente mètres entre elles. Une même fréquence de signaux a été usée à toutes les autres BS. Alors, la séparation des BSs en utilisant la même fréquence était 60 mètres. Le caractère de la puissance de réception a été calculé en fonction de la distance entre une BS et une MS. Le caractère C/I a été calculé comme un ratio de la puissance de signaux reçus d'une BS désirée (BS 1 dans Fig. 3) contre la puissance des signaux interferant qui arrive d'une autre BS voisine (BS 3 in Fig. 3) située à 60 m au front de la BS désirée. L'analyse a été faites en changeant la taille de murs et en changeant de matériaux pour la surfaces des routes et les murs à côté de route au béton, à la neige mouillée et à la neige sèche. Les paramètres choisis pour la simulation sont résumés dans le Tableau 1. 0 m et 11 m étaient assumés comme la taille des murs à côté de route, puisque 10 m avait été considérés comme la taille d'une antenne BS. Quand la taille de mur était 0 m, cela veut dire que c'était la meilleure condition pour la calculation de modèle, parce que il n'y avait pas une onde interferant qui reflet par un mur de côté. Quand la taille de mur était 11 m, deux ondes étaient reflétés par les murs à côté de route et ont interférés l'onde direct, comme il y a eu deux paths de reflexion dû aux murs étant plus haut que la taille de l'antenne BS. Cela peut être le cas le pire dans tous les modèles de calculation. La perte d'espace libre était utilisée pour la perte de propagation. Dans cette étude, la puissance de réception de -65 dBm, prescrite par l'ARIB STD T-55, était appliquée aux

seuils de la sensibilité nécessite de la puissance reçue. Le ratio C/I de la puissance de 18 dB, qui pourra satisfaire le bit error rate requis (BER) de 1×10^{-5} , était appliquée au niveau de seuils.

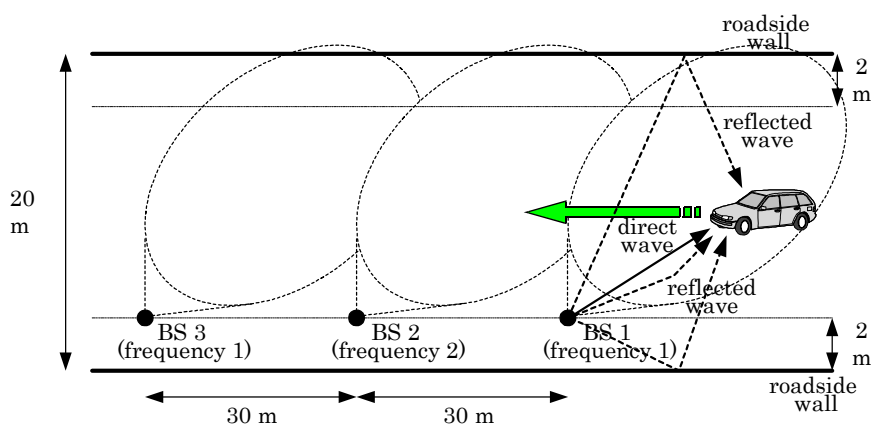


Fig. 3 Modèle d'analyse

Table 1
Paramètres de Simulation

| | | |
|----|--------------------------------------|---|
| BS | Frequence | 5.8 GHz |
| | Puissance de Transmission | 10 dBm |
| | Profit d'Antenna | 12 dBi |
| | Hauteur d'Antenna | 10 m |
| | Direction d'Antenna | Depression: 30 degrés Azimut: 45 degrés |
| | Polarization | Polarization Verticale |
| MS | Profit d'Antenna | 8 dBi |
| | Direction d'Antenna | Elevation: 45 degrés Azimut: 0 degrés |
| | La sensibilité de la puissance reçue | -65 dBm |
| | C/I nécessaire | 18 dB |
| | Etendue de Chemin | 20 m |
| | Hauteur de Murs | 0 m, 11 m |

6. Résultat de Calculation

A. En cas de route bétonnée sans murs de côté

Dans cette section, le caractère de la propagation sur une route bétonnée était calculé dans le but d'investir la puissance de réception et la performance C/I dans les systèmes DSRC. Fig. 4 présente la puissance reçue sur une route bétonnée sans murs de côté en fonction de la distance entre une BS et une MS. Un modèle de deux paths consistant d'une onde directe et une autre reflétée par la surface de chemin était usée, comme il n'y avait pas une onde reflétée sur un mur de côté. Il était montré que la puissance de transmission était arrivée à une distance de plus de 60 m.

Dans le but d'évaluer la précision de calcul, la data d'expériment mesurée dans le champ de test est montrée en Fig. 5. Le caractère de la puissance reçue était obtenu sur la route bétonnée sans mur de côtés, en transmittant 4.096 Mbit/s QPSK signaux d'une BS et mesurant la puissance des signaux à une antenne installée sur le tableau d'un automobile. La condition expérimentale était la même que l'analyse dans lequel le chemin bétonné était assumée sans mur de côté, alors qu'il y a eu une certaine de pertes dans cette expérimentation, e.g. perte de câble etc. La puissance reçue de data expérimentale auprès de la BS a été inférieure à celle de data de simulation, parce que la baisse en perméabilité de pare-brise dans le car peut réduire la puissance de signaux auprès de la BS à laquelle l'angle d'incident dans la glasse est à peu près 90 degrés. Puisqu'il y a eu si peu de différence entre Fig. 4 et Fig. 5, le caractère de la propagation des systèmes DSRC était obtenu par la calcul dans une simulation sur un ordinateur avec un modèle de propagation assumé comme un modèle de deux path qui était consisté d'un path direct et d'une autre path de réflexion à la surface du chemin.

Fig. 6 montre la performance C/I en fonction de la distance entre une BS et une MS, quand la surface de la route est couverte de béton et il n'y a pas de murs de côté. A partir de résultats dans les Figures 4 et 6, une conclusion pourrait être attirée que le lien de communication sera constant dans un champ de plus de 30 m, c'est parce que la puissance reçue et la performance C/I dépassent le niveau des seuils des systèmes DSRC.

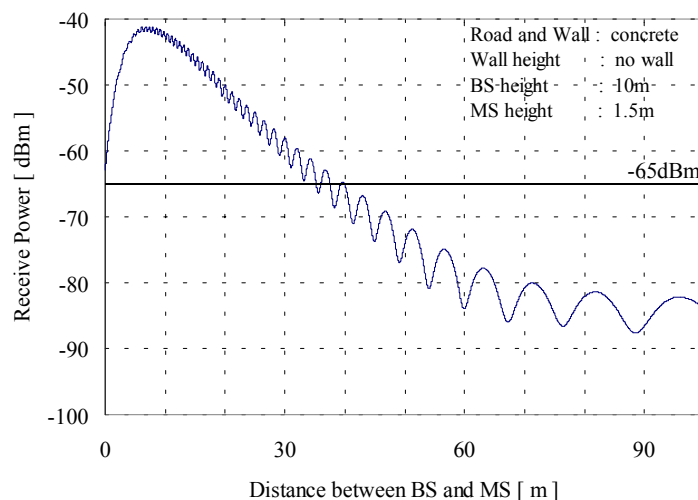


Fig. 4 Le caractère de la puissance reçue sur la route en béton sans murs de côté.

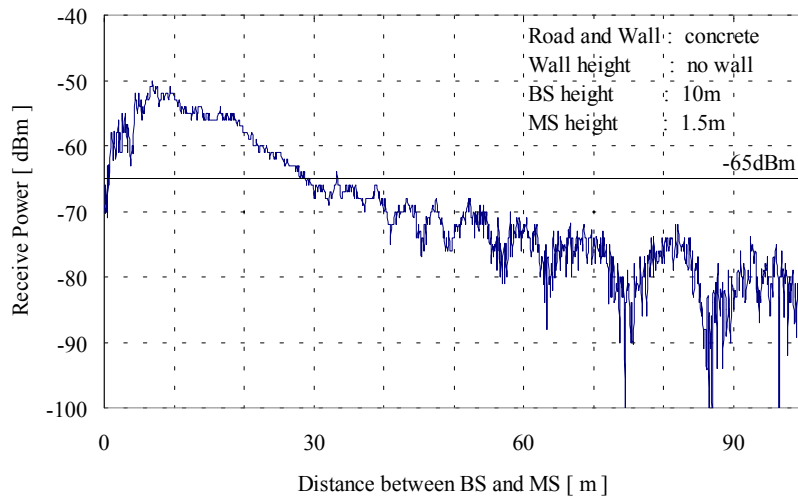


Fig. 5 Data d' experimentation mesurée dan le champ de test.

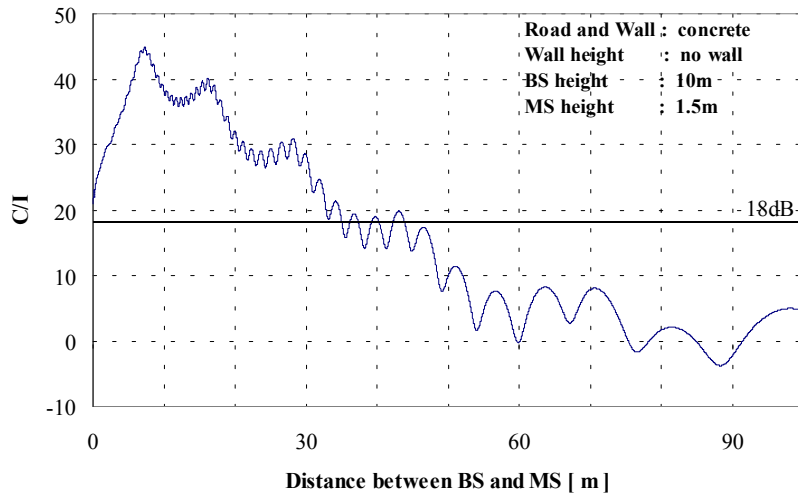


Fig. 6 La performance C/I sur la route en béton sans murs de côté.

B. En cas de la route en béton avec les murs en béton

Fig. 7 montre la puissance reçue en fonction de la distance entre une BS et une MS, quand la surface de la route est couvert de béton et les murs à côté de route sont continuant au long de la route. Dans la figure, la puissance de réception de signal est périodiquement atténuée même dans une étendue de 30 mètres distant de la BS. En plus, la puissance d'interférence est arrivée à, e.g. -73 dBm à un point de 90 mètres, plus forte que cell en cas sans mur de côté, c'est parce que l'onde direct est synthetisé avec les ondes en reflet. Fig. 8 montre la performance C/I quand la condition d'analyse est la même que Fig. 7. Comme une conséquence, l'étendue dans laquelle la puissance de réception du signal et la performance C/I dépassent le niveau des seuils requises des systèmes DSRC est bien réduite de 30 m à 20 m en le comparant aux chiffres de Fig. 4.

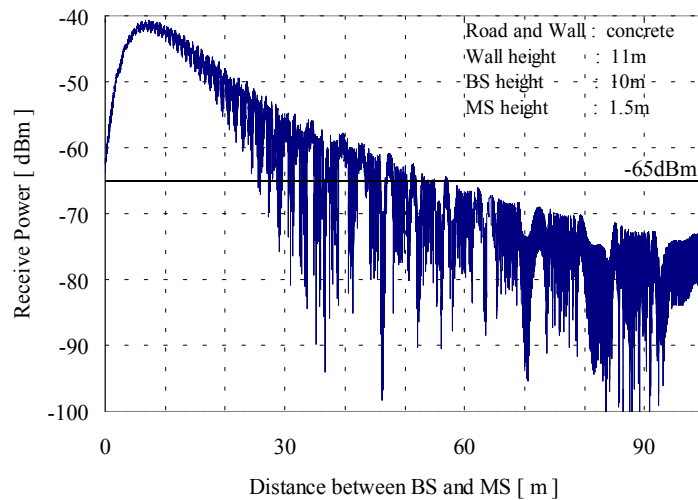


Fig. 7 La puissance de réception en route bétonnée avec les murs de côté

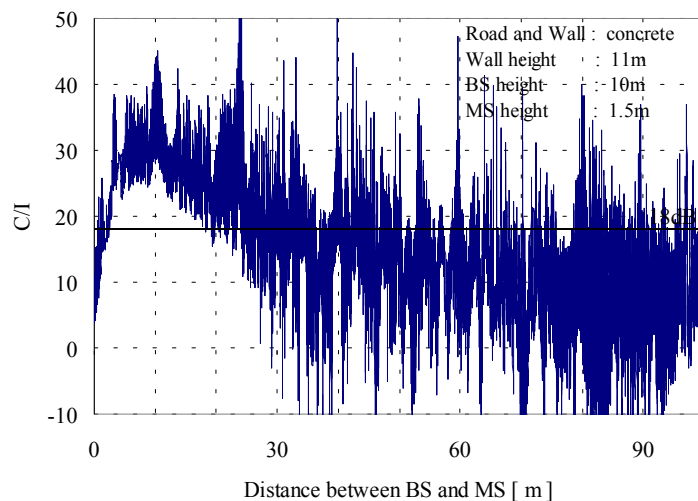


Fig. 8 C/I performance en route bétonnée avec les murs de côté

C. En cas de la neige sèche sur la route et murs

Dans le but de rechercher l'influence de neige justement après la chute de neige, la propagation des ondes sous la neige sèche a été calculée. Fig. 9 montre la puissance reçue quand la surfaces de la route et les murs à côté de route étaient couverts de neige sèche. A une distance de moins de 30 m, le caractère a été constant, c'est parce que le coefficient de la réflexion de la neige sèche était plus petit à un angle bas d'incident que celui de béton. Fig. 10. indique la performance C/I quand la condition de la simulation était à la même que Fig. 9. Quand la MS est située près de la BS désirée à une distance moins que 30 mètres, la performance C/I est supérieure que celle en cas de route en béton parce que le coefficient de la réflexion est plus petit dans cette champ et la puissance de signal provenant de la BS voisine est inférieure à celle en cas de béton. Alors, la performance C/I était relativement assimilée à celle en cas de route en béton sans murs de côté. Il pourrait être conclu que la neige sèche affectera peu l'environnement de la propagation radio.

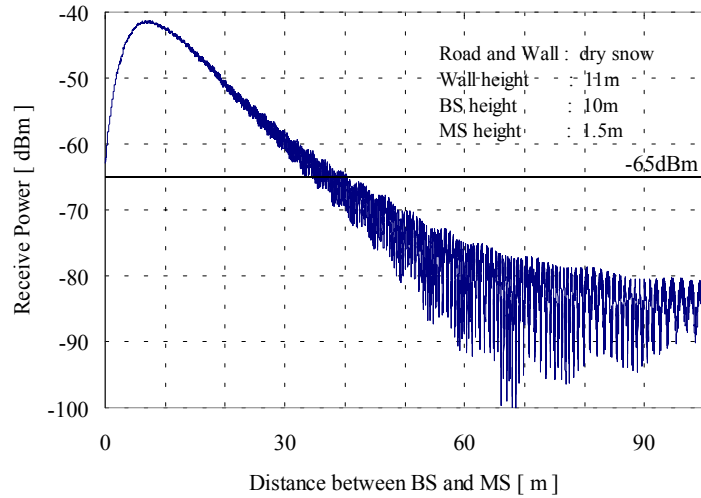


Fig. 9 Puissance de réception en route à la neige sèche avec murs de côté

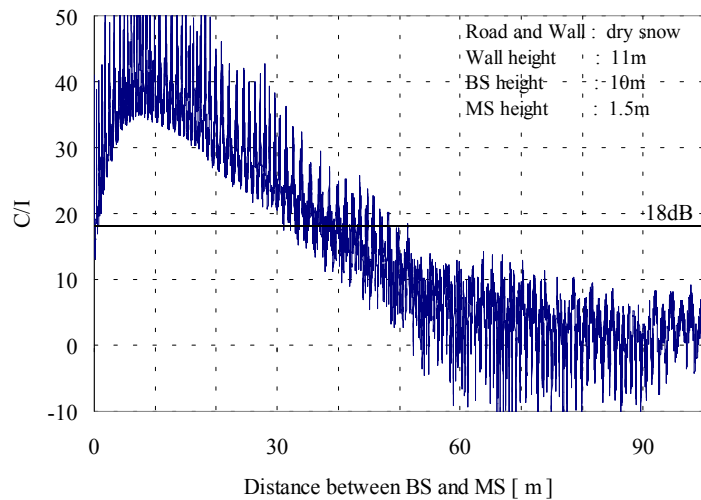


Fig. 10 C/I performance en route à la neige sèche avec murs de côté

D. En cas de route à la neige mouillée et avec les murs

La propagation avec la neige mouillée a été calculée dans le but de rechercher l'influence de la neige qui reste longtemps après la chute de neige. Fig. 11 montre la puissance de réception quand la route et les murs de ses côtés sont couverts de la neige mouillée. Comme dans le cas de la neige sèche, le champs dans lequel la puissance de réception dépasse le niveau requise de seuil est plus vaste que celui dans le case de route bétonnée, parce que le coefficient de la réflexion de la neige mouillée est plus bas à un angle bas d'incident que celui de béton. La puissance d'interférence, laquelle atteint à une distance plus loins que 60 m, est plus forte que celle en cas de la neige sèche. Fig. 12 montre la performance C/I dans la même condition qu'en Fig. 11. Cette figure indique que le champs de communication est plus petit que celui dan le case de la neige sèche. C'est parce que la puissance de signaux reçus venant de la BS voisine située à

60 mètres au front de la BS désirée, est plus forte qu'en cas de la neige sèche, qu'on pourrait conclure que la neige mouillée affecte l'environnement de la propagation radio.

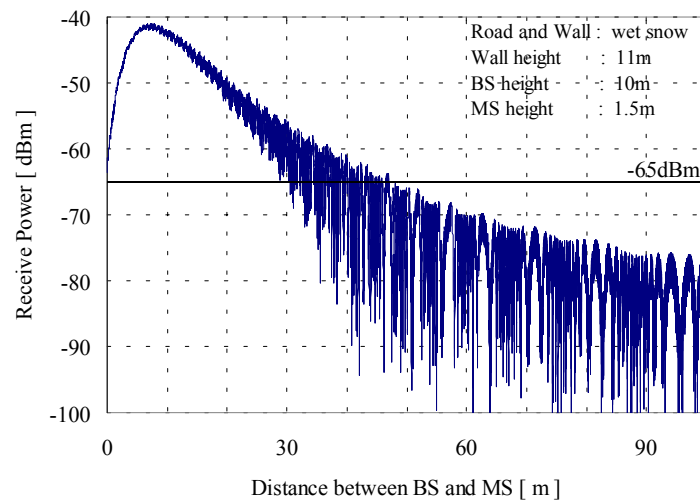


Fig. 11 La puissance de réception sur la route en plein de la neige mouillée avec les murs de côté

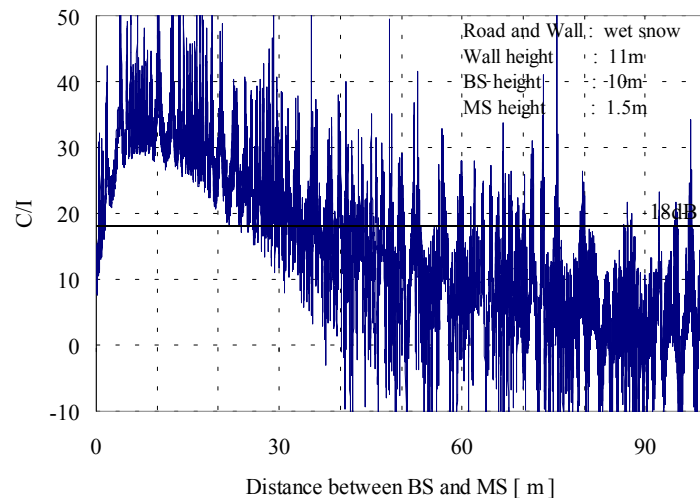


Fig. 12 Performance C/I sur la route à la neige mouillée avec les murs de côté

7. Conclusion

La conclusion ci-dessous a été tirée à partir de notre recherche décrite si-dessus sur l'effet de la neige pour la propagation radio avec les systèmes DSRC assumés en calculant la puissance de réception et la performance C/I.

- 1) La neige sèche affectera la propagation radio légèrement
- 2) La neige mouillée affectera le caractère de la puissance de réception auprès de la BS désirée
- 3) La neige mouillée réduira l'étendue de communication à une suffisant C/I

Bien que la neige sèche justement après la chute de neige puisse affecter peu la propagation radio, la neige

mouillée qui reste sur terrain longtemps après la chute de neige affectera la propagation d'une façon drastique. L'influence de la neige mouillée devrait être prise en compte quand les cells radio multiples sont envisagées à construire.

8. Reconnaissance

Les auteurs voudraient bien exprimer ici le sentiment de remercier Mr. Tôru ASAMI President, CEO de KDDI R&D Laboratories Inc., pour son encouragement continuel, et Dr. Yu-ichi MATSUSHIMA, Vice Président Executive, Mr. Tatsuaki Hamai Vice président, Dr. Kato et Dr. Takeshi MIZUIKE, Director Executive, Yoshio TAKEUCHI, Group Leader, pour leurs suggestions utiles dans cette recherche. Cette œuvre est supportée par l'Organization d'Advancement de Telecommunications japonaise [Telecommunications Advancement Organization of Japan (TAO)].

9. Référence

[1] ITS Hetbook, Tokyo: HIDO, 2000

[2] ARIB STETARD T-55, Electronic Toll Collection System, Tokyo, 1999

[3] Y. Hosoya, Radio Propagation Hetbook, Tokyo: Realize Inc., 1999, p374

[4] M. T. Hallikainen, F. Ulaby, et M. Abdelrazik, "Dielectric Properties of La neige dan le 3 to 37 GHz Range," IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. AP-34, pp. 1329-1340